

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局  
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6  
G02B 27/22, G03B 35/18

A1

(11) 国際公開番号

WO99/50702

(43) 国際公開日

1999年10月7日(07.10.99)

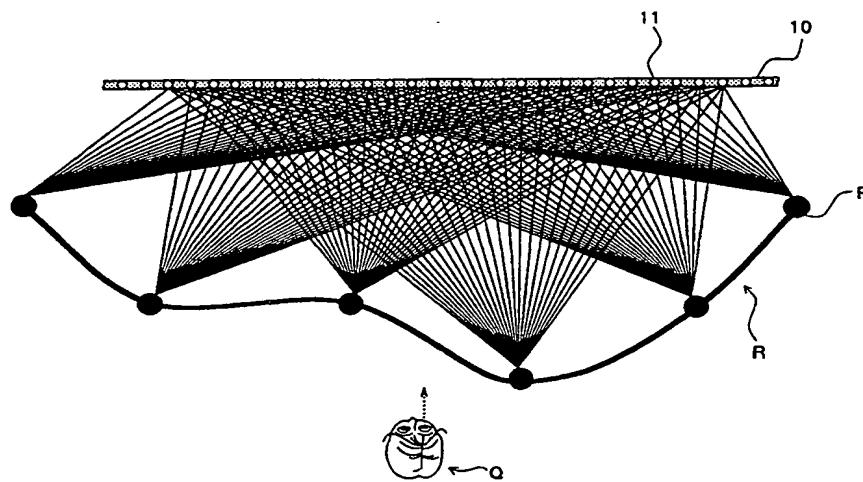
(21) 国際出願番号	PCT/JP99/01475		
(22) 国際出願日	1999年3月24日(24.03.99)		
(30) 優先権データ	特願平10/81686	1998年3月27日(27.03.98)	JP
	特願平10/331375	1998年11月20日(20.11.98)	JP
(71) 出願人; および			
(72) 発明者			
堀米秀嘉(HORIMAI, Hideyoshi)[JP/JP]			
〒243-0813 神奈川県厚木市妻田東1丁目6番48号			
ウッドパーク本厚木709 Kanagawa, (JP)			
(74) 代理人			
弁理士 星宮勝美(HOSHIMIYA, Katsumi)			
〒160-0022 東京都新宿区新宿1丁目15番12号			
柳生ビル202 Tokyo, (JP)			

(81) 指定国 AU, CA, CN, ID, JP, KR, MX, SG, US, 欧州特許(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), ヨーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)

添付公開書類  
国際調査報告書

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL IMAGE DISPLAY

(54) 発明の名称 3次元画像表示装置



(57) Abstract

A three-dimensional image display for presenting three-dimensional display in a true sense of not only a still picture but a moving picture without any need of special eyeglasses and coherent light. A large number of screen dots (11) constituted of LCDs enabling easy change of image contents are arranged on a three-dimensional display screen (10). An object image formed by the LCDs is projected into a space, so that a large number of point light source images (P) constituting a three-dimensional image (R), i.e., an object to be displayed, is formed. The viewer (Q) views it as a three-dimensional image.

本発明は、専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、静止画のみならず動画についても真の意味での立体表示が可能な3次元画像表示装置を提供する。

3次元表示スクリーン(10)上に、画像内容の変更が容易なLCDを用いて構成した多数のスクリーンドット(11)を配列し、これらの各LCDに形成した物体像を空間に投射することにより、表示対象の3次元画像(R)を構成する多数の点光源像(P)を形成する。観測者(Q)はこれを立体画像として観察できる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

A E アラブ首長国連邦	D M ドミニカ	K Z カザフスタン	R U ロシア
A L アルバニア	E E エストニア	L C セントルシア	S D E スーダン
A M アルメニア	E S スペイン	L I リヒテンシュタイン	S W E デンマーク
A T オーストリア	F I フィンランド	L K スリ・ランカ	S S G シンガポール
A U オーストラリア	F R フランス	L R リベリア	S I S ログビニア
A Z アゼルバイジャン	G A ガボン	L S レソト	S K S ログバキア
B A ボスニア・ヘルツェゴビナ	G B 英国	L T リトアニア	S S L シエラ・レオネ
B B バルバドス	G D グレナダ	L U ルクセンブルグ	S S N セネガル
B E ベルギー	G E グルジア	L V ラトヴィア	S S Z スウェーデン
B F ブルガリア・ファソ	G H ガーナ	M A モロッコ	T D チャード
B G ブルガリア	G M ガンビア	M C モナコ	T G トーゴ
B J ベナン	G N ギニア	M D モルドヴァ	T J タジキスタン
B R ブラジル	G W ギニア・ビサオ	M G マダガスカル	T Z タンザニア
B Y ベラルーシ	G R ギリシャ	M K マケドニア旧ユーゴスラヴィア	T M トルクメニスタン
C A カナダ	H R クロアチア	共和国	T R トルコ
C F 中央アフリカ	H U ハンガリー	M L マリ	T T トリニダッド・トバゴ
C G コンゴー	I D インドネシア	M N モンゴル	U A ウクライナ
C H スイス	I E アイルランド	M R モーリタニア	U G ウガンダ
C I コートジボアール	I L イスラエル	M W マラウイ	U S 米国
C M カメルーン	I N インド	M X メキシコ	U Z ウズベキスタン
C N 中国	I S アイスランド	N E ニジェール	V N ヴィエトナム
C R コスタ・リカ	I T イタリア	N L オランダ	Y U ユーロースラビア
C U キューバ	J P 日本	N O ノールウェー	Z A 南アフリカ共和国
C Y キプロス	K E ケニア	N Z ニュー・ジーランド	Z W ジンバブエ
C Z チェコ	K G キルギスタン	P L ポーランド	
D E ドイツ	K P 北朝鮮	P T ポルトガル	
D K デンマーク	K R 韓国	R O ルーマニア	

## 明細書

## 3次元画像表示装置

## 5 技術分野

本発明は、空間に立体画像を表示可能な3次元画像表示装置に関する。

## 背景技術

近年、光技術の進展に伴って、立体画像を表示する技術について様々な提案がなされている。その一つに、例えばアイマックスシアター（商標名）のように、左眼用画像と右眼用画像とを重ね合わせた画像を専用の眼鏡を装着して見ることで立体的な表現を可能とする2眼式の立体ビュア装置がある。この装置では、左右の眼の視差を利用したステレオグラムにより立体的表現を可能としている。

また、レーザ等のコヒーレントな光（可干渉光）を用いたホログラフィ技術による立体表示も行われている。この技術は、予め物体光と参照光とを用いて乾板等にホログラフィを形成しておき、このホログラフィに元の参照光を照射することで再生光を得て立体的な画像表示を行おうとするものである。

さらに、いわゆるIP(Integral Photography)法で代表されるレンズ板3次元画像表示技術がある。このIP法は、リップマンが提案したもので、まず、多数の小さな凸レンズ群からなるフライアイレンズと呼ばれるレンズ板の焦点面に写真乾板を配置して、このレンズ板を介して物体光を露光することにより写真乾板上に多数の小さな物体像を記録したのち、この写真乾板を現像し、それを前と全く同じ位置に置いて背面から光を照射するようにしたものである。

以上のうち、上記の立体ビュア装置においては、専用の眼鏡を装着しなければならないので観る者にとって不便であると共に、不自然な画像であるため疲れやすく、長時間の鑑賞には適さない。この問題を解決するために、最近では専用の眼鏡を不要とした立体視テレビジョンが提案されている。しかしながら、この種の立体視技術はあくまで左右の眼の視差を利用した擬似的な立体表示を行うものであって、眞の意味での3次元表示を可能とするものではない。このため、画面

の左右方向の立体感は表示できるものの、上下方向の立体感は表現できず、例えば寝転んで見ることはできなかった。また、視差利用技術であることから、視点を変えても単に同じ画像が立体感（奥行感）をもって見えるにすぎず、頭を左右に振っても物体の側面が見えるわけではなかった。

- 5 また、上記したホログラフィ技術による立体表示技術は、レーザ等のコヒーレント光を必要とするため、装置が大掛かりとなつて製作コストも高くなり、また、レーザ特有のスペックル干渉パターンによる画質低下も生ずる。また、ホログラフィ技術は、予め写真乾板上に作成したホログラフィを用いて立体表示を行うものであるため、静止画には適するものの、動画の3次元表示には適していない。
- 10 このことは、上記したIP法においても同様であり、予め写真乾板上に多数の小さな物体像を記録する工程が必要であることから動画には適していない。

以上のことから、従来の技術では、眞の意味での立体動画表示が可能なテレビジョンや街頭またはスタジアム等に設置される超大型表示装置を実現することは困難であった。

15

### 発明の開示

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、静止画のみならず動画についても眞の意味での立体表示が可能な3次元画像表示装置を提供することにある。

- 20 第1の発明の3次元画像表示装置は、複数の画素を配列して構成され各画素の駆動によって2次元画像を形成可能な2次元画像形成手段と、2次元画像形成手段により形成された2次元画像を基に空間に3次元画像を形成する3次元画像形成手段とを備えている。

この3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段における複数の画素の駆動によって形成された2次元画像2次元画像を基に、3次元画像形成手段によって空間に3次元画像が形成される。

第1の発明の第1の態様の3次元画像表示装置は、2次元画像形成手段が、それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含み、3次元画像形成手段が、複数の2次元画像形成

素子の各々に対向して設けられ対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光を空間中に拡散させて出射することが可能な光拡散素子と、光拡散素子から出射した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像形成素子を制御する表示制御手段とを含むように構成したものである。

第1の態様の3次元画像表示装置では、対応する2次元画像形成素子から光拡散素子に入射した光は空間中に拡散するように出射される。そして、これらの出射光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

第1の態様の3次元画像表示装置では、上記の表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子の表示動作を制御し、各光拡散素子から出射した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしてもよい。

第1の態様の3次元画像表示装置において、光拡散素子は、入射される光を一点に集光することが可能な集光部と、この集光部により形成される集光点に位置する平面状の出射面とを有するように形成可能である。ここで、光拡散素子の集光部の入射面は、入射側に凸形状をなす非球面を含むように構成するか、もしくは集光点に曲率中心をもつ球面を含むように構成することが可能である。あるいは、光拡散素子の集光部がフレネルレンズを含むように構成するか、もしくは光拡散素子の集光部がその入射面に形成された干渉縞によって光を集光するものであるように構成することも可能である。また、第1の態様の3次元画像表示装置において、光拡散素子を、所定パターンの干渉縞が形成された板状体またはフィルムとして構成し、入射される光を一点に集光し、または入射される光をそれが一点から拡散したかのように発散させる機能をもたせることも可能である。

第1の発明の第2の態様の3次元画像表示装置は、それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含むように2次元画像形成手段を構成し、複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光をその

まま通過させる微小開口部と、各微小開口部を通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像形成素子を制御する表示制御手段とを含むように3次元画像形成手段を構成したものである。

第2の態様の3次元画像表示装置では、対応する2次元画像形成素子からの出射光は微小開口部を通って空間中に射出する。そして、これらの出射光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

第2の態様の3次元画像表示装置では、上記の表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子を制御し、各微小開口部を通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしてもよい。

第1の発明の第3の態様の3次元画像表示装置は、2次元画像形成手段が、複数の画素を配列して構成され各画素の駆動によって2次元画像を形成可能な2次元画像形成パネルを含み、3次元画像形成手段が、2次元画像形成パネルに対向して配置されこの2次元画像形成パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な光開閉セルを複数配列してなる光開閉セルアレイと、光開閉セルアレイを走査して各光開閉セルが順次開状態となるように制御する光開閉セル制御手段と、光開閉セル制御手段による光開閉セルアレイの走査に同期して2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を順次移動させ、この画像形成範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように2次元画像形成パネルを制御する表示制御手段とを含むように構成したものである。

第3の態様の3次元画像表示装置では、光開閉セルアレイは、各光開閉セルが順次開状態となるように走査制御され、この走査に同期して、2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が順次移動するように制御が行われる。そして、順次移動していく画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

第3の態様の3次元画像表示装置では、上記の表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲の画素に供給することにより2次元画像表示パネルを制御し、開状態の光開閉セルを通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしてもよい。

第3の態様の3次元画像表示装置では、2次元画像形成パネルおよび光開閉セルアレイの対を含む単位ユニットを複数配列すると共に、各単位ユニットの光開閉セルアレイごとに光開閉セル制御手段を設けて、光開閉セル制御手段が、各光開閉セルアレイにおける互いに対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように、対応する各光開閉セルアレイの走査を制御し、表示制御手段が、各光開閉セル制御手段による各光開閉セルアレイの走査に同期して複数の単位ユニットの各2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を移動させ、各画像形成範囲の各画素から出射して対応する光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように2次元画像形成パネルを制御するように構成してもよい。

この3次元画像表示装置では、2次元画像表示パネルと光開閉セルアレイとを有する単位ユニットが複数配列される。これらの複数の単位ユニットの各光開閉セルアレイは並列に走査され、互いに対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように制御が行われる。一方、複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して、複数の単位ユニットの各2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が並列に（一斉に）移動するように制御が行われる。各画像表示範囲の各画素からの出射光は対応する光開閉セルアレイにおける開状態の光開閉セルを通過し、これらの通過光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

また、この3次元画像表示装置では、表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ複数の単位ユニットにおける各2次元画像表示パネルの画像表示範囲の画素に供給することにより各2次元画像表示パネルを制御し、開状態の光開閉セルを通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしてもよい。

第1の発明の第4の態様の3次元画像表示装置は、2次元画像形成手段が、形成される2次元画像が時間的に変化することとなるように画像形成動作を制御する画像形成制御手段を含み、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段により形成された2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して変化することとなるように2次元画像の投射方向を偏向させる偏向手段を含むよう5に構成したものである。

第4の態様の3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段により形成された時間的に変化する2次元画像の投射方向が、その2次元画像の時間的な変化に対応して変化することとなるように、2次元画像の投射方向が偏向される。これに10より、様々な方向に投射された2次元画像の残像によって、空間に3次元画像が観測されることになる。

第4の態様の3次元画像表示装置では、偏向手段が、電界方向に沿って液晶分子が整列して、その電界方向にのみ光を透過させるように機能する透過方向可変型の液晶素子を含むものであるようにすることが可能である。この3次元画像表示装置では、さらに、2次元画像投射方向を偏向手段による偏向方向と異なる方向に拡散させるための拡散手段を備えるようにしてもよい。また、この3次元画像表示装置では、画像形成制御手段が、偏向手段によって偏向される2次元画像の投射方向に応じて、その偏向方向における2次元画像の倍率を変化させよう15に画像形成動作を制御するようにしてもよい。

第4の態様の3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段が、さらに、符号化された2次元画像データを受信する受信手段と、受信手段によって受信された2次元画像データを復号化する復号化手段とを含むようにしてもよい。ここで、偏向手段が、2次元画像の投射方向を偏向させる動作を周期的に行うものである場合には、受信手段により受信される符号化された2次元画像データが、偏向手25段による偏向動作の周期に同期したタイミング位置に配置され、2次元静止画データを独立して圧縮符号化して得られた第1の圧縮符号化データと、第1の圧縮符号化データに隣接した位置に配置され、第1の圧縮符号化データとの差分を表す差分データで構成される第2の圧縮符号化データとを含むようにしてもよい。

第4の態様の3次元画像表示装置では、画像形成制御手段が、時分割的な画素

駆動制御または空間的な画素駆動制御の少なくとも一方を行うことにより、中間階調の2次元画像を形成可能であるようにしてもよい。また、偏向手段が、光を透過させる際にその投射方向を偏向させるものであるようにしてもよい。また、偏向手段が、入射光を反射する際にその投射方向を偏向させるものであるようにしてもよい。また、偏向手段が、回転可能に配設されたプリズムまたは反射ミラーを複数個配列して構成されたものであるようにしてもよい。

第4の態様の3次元画像表示装置では、入射される光をその入射位置に対応した方向に偏向させることができ可能なホログラムを利用して偏向手段を構成することが可能である。この場合において、偏向手段は、上記のホログラムを光の入射方向と異なる方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるものであるようにしてもよい。また、規則的に配列された複数組のホログラムを含むように偏向手段を構成してもよい。

第4の態様の3次元画像表示装置では、上記のホログラムが板状部材に形成されたものであるようにしてもよい。この場合、偏向手段は、この板状部材を光の入射方向と異なる方向に往復移動させることによって入射光を順次偏向させることができある。

第4の態様の3次元画像表示装置では、上記のホログラムがフィルム状部材に形成されたものであるようにしてもよい。この場合、偏向手段は、フィルム状部材を光の入射方向と異なる一つの方向に移動させることによって入射光を順次偏向させることができる。

第4の態様の3次元画像表示装置では、上記のホログラムが所定の曲面上に形成されたものであるようにしてもよい。この曲面は、例えば、円筒面とすることが可能である。

第4の態様の3次元画像表示装置では、偏向手段が、印加される信号電圧に応じて局所的に厚みが変化して表面に凹凸を生ずる光透過性部材を利用して構成されたものであるようにしてもよい。

第4の態様の3次元画像表示装置では、偏向手段が、2次元画像形成手段による画像形成に供せられる以前の光を偏向させることによって2次元画像の投射方向を偏向させるものであるようにしてもよい。この場合、偏向手段は、回動する

反射体または屈折体を含んで構成可能である。また、偏向手段が、往復移動する光源と、この光源から出射した光を2次元画像形成手段に導く光学系とを含むようにしてもよい。また、偏向手段が、2次元画像形成手段により形成される2次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源を含む

5 ようにしてもよい。

第1の発明の第5の態様の3次元画像表示装置は、2次元画像形成手段が、それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に、各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含み、3次元画像形成手段が、複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ、対応する2次元画像形成素子に対して、1点から拡散する光が照射されるように、指向性を有する光を出射する複数の点光源と、点光源より出射され、2次元画像形成素子を通過した光によって、3次元画像が形成されるように、各2次元画像形成素子および各点光源を制御する表示制御手段とを含むものである。

第5の態様の3次元画像表示装置では、点光源より出射され、2次元画像形成素子を通過した光によって、3次元画像が形成される。

第5の態様の3次元画像表示装置では、表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子を制御するようにしてもよい。

第1の発明の第6の態様の3次元画像表示装置は、2次元画像形成手段が、複数の画素を配列して構成され、各画素の駆動によって2次元画像を形成可能な2次元画像形成パネルを含み、3次元画像形成手段が、2次元画像形成パネルに対向して配置され、2次元画像形成パネルの対応する所定の範囲に対して、1点から拡散する光が照射されるように、指向性を有する光を出射する複数の点光源と、2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を順次移動させ、この画像形成範囲に対して、対応する点光源から出射された光が照射され、画像形成範囲を通過した光によって3次元画像が形成されるように、2次元画像形成パネルおよび各点光源を制御する表示制御手段とを含むものである。

第6の態様の3次元画像表示装置では、点光源より出射され、2次元画像形成

パネルにおける画像形成範囲を通過した光によって、3次元画像が形成される。

第6の態様の3次元画像表示装置では、表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲の画素に供給することにより2次元画像形成パネルを制御するようにしてもよい。  
5

第2の発明の3次元画像表示装置は、複数の2次元画像の情報に基づいて時間的に変調された光によって複数の2次元画像を形成する2次元画像形成手段と、  
10 2次元画像形成手段によって形成された複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射することによって3次元画像を形成する3次元画像形成手段とを備えたものである。

この3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段によって、複数の2次元画像の情報に基づいて時間的に変調された光によって複数の2次元画像が形成され、  
3次元画像形成手段によって、2次元画像形成手段によって形成された複数の2  
次元画像を互いに異なる方向に投射することによって3次元画像が形成される。  
15

第2の発明の3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段が、変調された光を走査することにより2次元画像を形成するようにしてもよい。この場合、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段によって走査された光を、入射位置に応じて異なる方向に向けて反射することにより、複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射するようにしてもよい。また、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段によって走査される光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録された領域を有するようにしてもよい。また、3次元画像形成手段が、更に、  
20 装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録された領域を有するようにしてもよい。

第3の発明の3次元画像表示装置は、複数の2次元画像の情報を担持した光を出射することによって複数の2次元画像を形成する2次元画像形成手段と、2次元画像形成手段によって出射された光を、入射位置に応じて異なる方向に向けて投射することによって、複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射して3次元画像を形成する3次元画像形成手段とを備え、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段によって出射される光の入射位置を制御するために用いられる位置情  
25

報が記録された領域を有するものである。

この3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段によって、複数の2次元画像の情報を担持した光を出射することによって複数の2次元画像が形成され、3次元画像形成手段によって、2次元画像形成手段によって出射された光が、入射位置に応じて異なる方向に向けて投射され、これにより、複数の2次元画像が互いに異なる方向に投射されて、3次元画像が形成される。また、この3次元画像表示装置では、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段によって出射される光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録された領域を有することから、3次元画像形成手段に対する光の入射位置を制御することが可能となる。

第3の発明の3次元画像表示装置では、3次元画像形成手段が、更に、装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録された領域を有していてもよい。

本発明のその他の目的、特徴および利益は、以下の説明を以って十分明白になるであろう。

## 15 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す正面図である。

第2図は、この3次元画像表示装置の要部を表す断面図である。

第3図は、この3次元画像表示装置の要部を表す拡大断面図である。

第4図は、この3次元画像表示装置の表示動作を制御する表示制御回路の概略構成を表すブロック図である。

第5図は、この3次元画像表示装置によって立体画像が表示される様子を説明するための説明図である。

第6Aおよび第6B図は、この3次元画像表示装置の表示対象画像の一例、およびこの表示対象画像を2値化して得られる画像データを表す図である。

第7図は、画像データから部分画像データを切り出す手順を説明するための説明図である。

第8図は、第7図に示した手順によって切り出された部分画像データ（切出データ）を表す図である。

第9図は、第8図に示した切出データを反転して得られる反転データを表す図である。

第10図は、この3次元画像表示装置の要部の作用を説明するための断面図である。

5 第11図は、この3次元画像表示装置によって空間に点光源像が形成される様子を説明するための説明図である。

第12図は、この3次元画像表示装置によって空間に平面的な画像が表示された状態を示す図である。

10 第13図は、この3次元画像表示装置によって空間に立体的な画像が表示された状態を示す図である。

第14図は、視野角を等しくした場合の、3次元表示スクリーンから点光源像までの距離と角度分解能との関係を示す図である。

第15図は、光拡散素子の変形例を表す断面図である。

第16図は、光拡散素子の他の変形例を表す断面図である。

15 第17図は、光拡散素子のさらに他の変形例を表す断面図である。

第18図は、第17図に示した光拡散素子の入射面を表す図である。

第19図は、光拡散素子のさらに他の変形例を表す断面図である。

第20図は、コリメータレンズの変形例を表す断面図である。

20 第21図は、本発明の第2の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

第22図は、この3次元画像表示装置の要部構成を表す断面図である。

第23図は、この3次元画像表示装置の要部構成を表す拡大断面図である。

第24図は、本発明の第3の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

25 第25図は、この3次元画像表示装置の要部構成を表す断面図である。

第26図は、この3次元画像表示装置の表示動作を制御する表示制御回路の概略構成を表すブロック図である。

第27図は、この3次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

第28図は、この3次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

第29図は、この3次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

第30図は、本発明の第4の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

第31Aないし第31C図は、この3次元画像表示装置の動作を説明するため  
5 の説明図である。

第32Aないし第32C図は、この3次元画像表示装置の動作を説明するため  
の説明図である。

第33図は、この3次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

第34図は、この3次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

10 第35図は、本発明の第5の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

第36図は、第35図に示した3次元画像表示装置の要部構成を表す斜視図である。

15 第37図は、第35図に示した3次元画像表示装置の要部構造を表す側面図である。

第38図は、この3次元画像表示装置に供給される2次元画像データを取得するための撮影原理を説明するための平面図である。

第39Aないし第39C図は、見る方向によって互いに異なる視点の画像が観測される様子を示す説明図である。

20 第40図は、第35図に示した偏向板の構造を表す断面図である。

第41図は、第35図に示した偏向板のある動作状態を表す断面図である。

第42図は、第35図に示した偏向板の他の動作状態を表す断面図である。

第43図は、この3次元画像表示装置の動作を制御する制御回路の構成を表すブロック図である。

25 第44図は、画像幅変調の原理を説明するための図である。

第45図は、画像幅変調の原理を説明するための図である。

第46Aないし第46C図は、画像幅変調の原理を説明するための図である。

第47図は、MPEG方式による画像データの圧縮方法を表す図である。

第48図は、MPEG方式による画像データの圧縮方法を表す図である。

第49図は、第35図に示したLCDのピクセル配列構成の一例を表す図である。

第50図は、時分割的手法による中間階調表現方法を表す図である。

第51図は、空間分割的手法による中間階調表現方法を表す図である。

5 第52図は、画像を高精細化するための方法を示す図である。

第53図は、画像を高精細化するための方法を示す図である。

第54図は、第35図における偏向板の変形例としての偏向プリズムアレイの構成を表す斜視図である。

第55Aないし第55E図は、第54図に示した偏向プリズムアレイの作用を10示す図である。

第56図は、第54図に示した偏向プリズムアレイを構成する回転プリズムの他の例を示す図である。

第57図は、本発明の第6の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

15 第58図は、第57図における偏向板の構造および作用を表す断面図である。

第59図は、第57図における偏向板の一部の構造および作用を表す拡大断面図である。

第60図は、第57図に示した3次元画像表示装置の動作を表す図である。

第61図は、第57図に示した3次元画像表示装置の動作を表す図である。

20 第62図は、第57図に示した3次元画像表示装置の動作を表す図である。

第63図は、第57図に示した3次元画像表示装置の動作を表す図である。

第64Aないし第64F図は、第35図に示した3次元画像表示装置と第57図に示した3次元画像表示装置の偏向動作の原理を比較して表す図である。

25 第65図は、第57図に示した3次元画像表示装置の変形例に係る3次元画像表示装置の動作を説明するための図である。

第66図は、第57図に示した3次元画像表示装置の変形例に係る3次元画像表示装置の動作を説明するための図である。

第67図は、第57図に示した3次元画像表示装置の変形例に係る3次元画像表示装置の動作を説明するための図である。

第68図は、本発明の第7の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

第69図は、本発明の第8の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

5 第70図は、第69図に示した3次元画像表示装置における偏向フィルムの構成および作用を表す平面図である。

第71図は、第69図に示した3次元画像表示装置における偏向フィルムの作用を表す斜視図である。

10 第72図は、第69図に示した3次元画像表示装置における偏向フィルムの偏向セルの作用を表す平面図である。

第73図は、第69図に示した3次元画像表示装置の変形例としての3次元画像表示装置の概略構成を表す斜視図である。

第74図は、第73図に示した3次元画像表示装置の平面図である。

15 第75図は、本発明の第9の実施の形態に係る3次元画像表示装置に用いられる偏向板の要部構造および作用を表す断面図である。

第76図は、第75図に示した偏向板の作用を表す断面図である。

第77図は、第5ないし第9の実施の形態の3次元画像表示装置に用いられる投射光学系の変形例を表す平面図である。

20 第78図は、本発明の第10の実施の形態に係る3次元画像表示装置の要部構成および作用を表す平面図である。

第79図は、第78図に示した3次元画像表示装置の作用を表す平面図である。

第80図は、本発明の第10の実施の形態に係る変形例としての3次元画像表示装置の構造および作用を表す平面図である。

25 第81図は、本発明の第10の実施の形態に係る他の変形例としての3次元画像表示装置の構造および作用を表す平面図である。

第82図は、本発明の第10の実施の形態に係る、さらに他の変形例としての3次元画像表示装置の構造および作用を表す平面図である。

第83図は、第82図に示した指向性偏向発光パネルの構造を表す外観斜視図である。

第84図は、第6ないし第8の実施の形態に係る3次元画像表示装置に適用される偏向板の変形例を表す断面図である。

第85図は、本発明の第11の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略の構成を示す斜視図である。

5 第86図は、第85図における投射部の一部を示す斜視図である。

第87図は、第85図における偏向スクリーンの内周面の構成を示す説明図である。

第88図は、第87図における偏向領域の構成を示す斜視図である。

第89図は、第88図における反射部の一部を拡大して示す斜視図である。

10 第90図は、第87図における偏向領域の構成の他の例を示す斜視図である。

第91図は、本発明の第11の実施の形態に係る3次元画像表示装置の回路構成を示すブロック図である。

15 第92図は、本発明の第11の実施の形態において、偏向スクリーンの偏向領域における反射部が光を偏向する角度範囲と、3次元画像が形成される領域との関係を示す説明図である。

第93図は、本発明の第11の実施の形態において、偏向スクリーンの偏向領域における反射部が光を偏向する角度範囲と、3次元画像が形成される領域との関係を示す説明図である。

20 第94図は、本発明の第11の実施の形態に係る3次元画像表示装置の変形例を示す説明図である。

第95図は、本発明の第12の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略の構成を示す斜視図である。

第96図は、本発明の第13の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略の構成を示す斜視図である。

25

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[第1の実施の形態]

第1図は本発明の一実施の形態に係る3次元画像表示装置を構成する3次元表

示スクリーンの正面構造を表し、第2図はこの3次元画像表示装置における第1図のA-A'線に沿った断面構造を表し、第3図は第2図に示した3次元表示スクリーンの断面構造の一部を拡大して表すものである。第1図に示したように、この3次元表示スクリーン10は、水平方向(図の左右方向)および垂直方向(図5の上下方向)にそれぞれ一定間隔でマトリクス状に配列されたスクリーンドット11を有している。第2図および第3図に示したように、3次元表示スクリーン10は、可視光を殆ど損失なく透過させることができ可能な透明材料で形成され、マトリクス状に配列された多数の光拡散素子12と、各光拡散素子12の後述する入射面12b側に対向して配置された液晶表示素子(以下、LCDという。)13とを備えている。

各光拡散素子12は、基台部12aと、基台部12aの一方の側に外に凸をなすように形成された入射面12bと、基台部12aの他方の側に平面として形成された出射面12cとを有している。入射面12bは、例えば放物面等のように、入射側に凸形状をなす非球面として形成されている。なお、すべての光拡散素子12は一体に形成するのが好適である。ここで、入射面12bが本発明における「集光部」に対応し、出射面12cが本発明における「出射面」に対応する。

各LCD13は、例えば水平方向に15個の画素(液晶セル)、垂直方向に9個の画素を配したマトリクス構成となっており、支持部材14によって光拡散素子12に固定されている。なお、第3図では便宜上、水平方向における9画素と9本の光線のみを図示している。但し、これらの画素数に限定されるのではなく、適宜変更可能である。LCD13の各画素は、表示対象の3次元画像の全体または各部分を互いに異なる視点からそれぞれ2次元静止画として表した画像データによって駆動されるようになっている。そして、1組の光拡散素子12およびLCD13によって1つのスクリーンドット11を構成している。

第2図に示したように、3次元表示スクリーン10の背後には、複数のスクリーンドット11ごとに1つのコリメータレンズ20が配置され、さらにその背後には発光ダイオード31を有する光源部30が設けられている。そして、発光ダイオード31から発せられた光はコリメータレンズ20によって平行光に変換されてLCD13に入射するようになっている。コリメータレンズ20は、例えば

第2図に示したように、フレネルレンズ等で構成可能である。

第3図に示したように、コリメータレンズ20から出射された平行光は、LCD13の各画素を構成する液晶セルを通過するときに選択的に変調を受けて光拡散素子12の入射面12bに入射し、この入射面12bで屈折して出射面12c上の一点（集光点12d）に集光するようになっている。この集光点12dに集光した光は、ここでさらに屈折して空間中にはほぼ均一に拡散して出射する。ここで、例えば光拡散素子12における入射面12bの開口数（NA）を0.55とし、基台部12aの屈折率を1.80とすると、光が入射面12aによって集光点12dに集光するときの実効開口数は、 $0.55 \times 1.80 = 1.0$ より、1.0となる。したがって、集光点12dに集光した光が出射面12cから空間中に出射するときの拡散角は180度となる。すなわち、集光点12dを点光源とした拡散光が空間中に出射されることとなる。ここで、LCD13が本発明における「2次元画像形成素子」に対応し、光拡散素子12が本発明における「光拡散素子」に対応する。

第4図は上記のような構成の3次元表示スクリーン10の表示制御を行う表示制御回路を表すものである。この表示制御回路40は、複数の部分画像データからなる2次元静止画データ48を入力するためのデータ入力部41と、入力された2次元静止画データ48を一旦蓄えるデータバッファ42と、データバッファ42に蓄えられた2次元静止画データ48を複数の部分画像データとして分配出力する分配部43と、分配部43から出力された各部分画像データをそれぞれ一旦蓄えると共に、各部分画像データを所定のタイミングで対応するLCD13に一斉に出力するバッファメモリ44と、以上の各部を制御する主制御部45とを備えている。ここで、部分画像データとは、後述の具体例で説明するように、表示対象の3次元静止画像の各部を互いに異なる視点から2次元的に表したデータをそれぞれ反転して作成したデータである。ここにいう反転とは、上下方向および左右方向のみならず、奥行き方向（すなわち、3次元表示スクリーン10に表示した場合において、3次元表示スクリーン10と垂直の方向）においても画像が反転することを意味する。このように予め反転しておくのは、元の画像（LCD13に与えられた画像）が光拡散素子12によって反転することを見越したもの

ので、最終的に得られる空間立体画像がデスマスクのような凹凸の反転したものになってしまうのを防止するためである。なお、上記の所定のタイミングとは、主制御部45によって指示されるタイミングである。ここで、表示制御回路40が本発明における「表示制御手段」に対応する。

5 次に、第1図ないし第5図を参照して、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、第5図は3次元表示スクリーン10を真上から見た状態を表すものである。但し、第5図では第2図に示した光源部30およびコリメータレンズ20の図示を省略している。

まず、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置40のデータ入力部41(第4図)に入力する。ここで、「部分画像データ」は、例えば、被写体に対して相対的に(例えば左方から右方へ)移動するカメラにより一定移動距離ごとに被写体を撮影して得られるものであるが、そのほかコンピュータグラフィクスによって作成されたものであってもよく、あるいは、CT(Computerized Tomography)スキャン画像やX線によるレントゲン像、さらには、超音波診断装置によって得られた画像であってもよい。3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部41に入力する。

20 データ入力部41に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ42に蓄えられた後、分配部43により、各部分画像データとして対応するバッファメモリ44に分配出力され、それぞれに一旦蓄えられる。これらの各バッファメモリ44に蓄えられた部分画像データは、主制御部45からの出力タイミング信号に同期して、対応するLCD13に一斉に出力される。

一方、第2図に示したように、光源部30の発光ダイオード31から発せられた光は、コリメータレンズ20によって平行光束に変換されて、LCD13に垂直に入射する。第3図に示したように、各画素に入射した光はそこで部分画像データの対応画素データに応じた強度変調を受け、そのまま各画素と垂直に出射する。ここで、各画素で行われる強度変調は、“0”, “1”の2階調の変調であって

もよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

第3図に示したように、各LCD13の各画素から出射した光線は、対応する光拡散素子12の入射面12bに入射し、ここでそれぞれ屈折して出射面12c上の集光点12dに集光したのち、空間中に拡散して出射する。これにより、第5図に示したように、3次元表示スクリーン10の前方の空間には、各スクリーンドット11の光拡散素子12からそれぞれ出射した光線によって多数の点光源像Pが形成されることとなる。これらの点光源像は、3次元表示スクリーン10の水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、3次元表示スクリーン10の前方に位置する観測者Qは、空間中に立体的な空間画像Rを観察することができる。

このとき、LCD13の互いに対応する画素における変調の強さを各スクリーンドット11ごとに変化させようすれば、観測者Qによって観測される点光源像Pの強度は見る方向によって異なることとなる。したがって、この場合には、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができる。例えば、金属面で光が反射する様子を忠実に表現することも可能である。

また、第5図に示した例では、各スクリーンドット11の光拡散素子12からの出射光の水平方向における発散角がほぼ180度に近いものとなっているので、水平方向の視野角もまた180度に近いものとなる。このため、観測者Qは左右に移動することによって空間画像Rの側面まで見ることができる。

また、以上のような処理を、連続した内容の各3次元静止画ごとに高速（例えば30分の1秒程度）の周期で行うようすれば、3次元表示スクリーン10（第5図）の前方空間に3次元動画像を出現させることができ、観測者Qは、眼の残像現象によってリアルな立体動画像を観察することができる。

次に、第6図ないし第11図を参照して、本実施の形態の具体例を説明する。

本具体例では、説明の簡略化のため、第6A図に示したように、「COMETS」という平面的な文字を空間中に表示するものとして説明する。ここではまず、同図に示したように、「COMETS」の文字画像を水平方向に31個、垂直方向に5個の画素に分割する。そして、第6B図に示したように、各画素を2値データ“0”または“1”で表現する。ここで、データ“1”は明点画素を示し、データ

タ“0”は暗点画素を示す。ここでは、水平方向の画素にX1～X31の番号を付し、垂直方向の画素にY1～Y5の番号を付すものとする。

次に、各水平方向データから15ビットずつデータを切り出す。例えば、第6B図のY1列のデータについて考えると、第7図に示したように、31ビットの元データの左右にそれぞれ14ビットずつのダミーデータを付加して合計59ビットのデータとした上で、左端から順に1ビットずつシフトしながら15ビットずつのデータを切り出していく。

ここで、左右に14ビットずつのダミーデータを付加するのは、次のような理由からである。すなわち、第11図(a)に示したように、空間画像の左端側および右端側の各7ドット分についても正しく表示されるようにするには、3次元表示スクリーン10の水平方向において、表示対象画像「COMETS」の水平方向画素数に対応した31ドットのスクリーンドット11の左右にさらに7ドットずつのスクリーンドット11が必要となる。このため、実際には表示されない仮想空間ドット(14+14)を考慮すると、全部で $45 + 14 = 59$ 個の空間ドットを形成することとなり、これに対応して59ビットのデータが必要となるのである。なお、ここに示した第11図(a)は、3次元表示スクリーン10と空間画像の各ドット(点光源像)との位置関係を表すものであり、第11図(b)は3次元表示スクリーン10の前方に出現する空間画像を表すものである。このうち、第11図(a)は3次元表示スクリーン10を真上から見た状態を表し、同図(b)は3次元表示スクリーン10の正面から見た状態を表すものである。但し、同図(a)では、第2図に示した光源部30およびコリメータレンズ20の図示を省略している。同図(a)では、同図(b)の空間画像のうちの最上段のドット列のみを示しており、実際に出現するドット(点光源像)を黒丸(●)で表示している。

本具体例では、第8図に示したように、合計59ビットのデータから15ビットのデータが45組切り出される。

次に、第8図に示した45組の切出データのそれぞれについて、上下ビット(図の左右)を入れ換える反転処理を行い、第9図に示したような45組の反転データを得る。この図で、スクリーンドット番号とは第11図に示した3次元表示ス

クリーン 1 0 の各スクリーンドット 1 1 の左端から右方向に向かって順に付した番号である。

以上のような処理を第 6 B 図の Y 2 ~ Y 5 列のデータについてもそれぞれ同様に行い、各列についてそれぞれ第 9 図に示したような 4 5 組の反転データを得る。

5 そして、Y 1 ~ Y 5 の各列について得られた反転データを、それぞれ、対応する番号のスクリーンドット 1 1 の LCD 1 3 に供給する。このとき、Y 1 列についての反転データは、LCD 1 3 の最下段の画素列に 3 次元表示スクリーン 1 0 の前方から見て左端から順に供給され、Y 5 列についての反転データは LCD 1 3 の最上段の画素列に左端から順に供給される。すなわち、LCD 1 3 に供給されるデータは、水平方向のみならず垂直方向においても反転されて供給されることとなる。より具体的には、例えば第 9 図に示した Y 1 列についての反転データのうち、スクリーンドット D 1 用の反転データ“0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0”  
10 の各ビットは、このスクリーンドット D 1 (第 1 1 図) における LCD 1 3 の最下段の画素列に左端から順に供給され、スクリーンドット D 2 用の反転データ“1  
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0”  
15 の各ビットは、このスクリーンドット D 2 における LCD 1 3 の最下段の画素列に左端から順に供給される。その他のスクリーンドット D 3 ~ D 4 5 についても同様である。

第 1 0 図は、Y 1 列についての反転データがスクリーンドット D 1 5 ~ D 1 9 の LCD 1 3 に供給されて各最下段の画素列を駆動したときの状態を表すものである。この図で、LCD 1 3 における斜線を付した画素は“0”状態(閉状態)を示し、斜線を付していない画素は“1”状態(開状態)を示す。この図に示したように、各スクリーンドット 1 1 において、LCD 1 3 の開状態の画素を通過した光線が光拡散素子 1 2 からそれぞれ定められた方向に出射し、3 次元表示スクリーン 1 0 の前方空間に多数の点光源像 P を形成する。第 1 0 図および第 1 1  
20 図に示したように、本具体例では、各スクリーンドット 1 1 からそれぞれ最大で  
25 1 5 本の光線が出射される。言い換えると、各点光源像 P は常に 1 5 個のスクリーンドット 1 1 からの光線によって形成されることとなる。

第 1 2 図は 3 次元表示スクリーン 1 0 の前方空間に平面的な「COMETS」の文字が出現した状態を俯瞰して表すものである。この図に示したように、本具

体例では元の画像を平面的な文字画像としたので、空間に浮かんだように表示される画像もまた平面的で奥行きのないものとなる。これに対して、元の画像を立体的な「COMETS」の文字とすれば、第13図に示したように、奥行きのある立体的な「COMETS」の文字を3次元表示スクリーン10の前方空間に出  
5 現させることができる。

なお、3次元表示スクリーン10の各スクリーンドット11からの発散角、すなわち視野角はみな等しくなるように構成するのが通常である。この場合、第14図に示したように3次元表示スクリーン10から離れれば離れるほど、より多くのスクリーンドット11からの出射光が空間ドット（点光源像）の形成に寄与  
10 することとなる。例えば同図に示したように、3次元表示スクリーン10の前方空間内のすべての位置において視野角 $\theta$ が一定であるとすると、3次元表示スクリーン10から遠い距離Aを隔てた位置においては21個という多数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成されるのに対し、より3次元表示スクリーン10に近い距離Bの位置においては、11個というより少ない数のス  
15 クリーンドット11によって1つの空間ドットが形成される。さらに、より3次元表示スクリーン10に近い距離Cの位置においては、3個という極めて少ない数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成されることとなる。  
したがって、観測者Qにとっては、より遠い空間（3次元表示スクリーン10に近い空間）に出現する立体画像よりも、より手前の空間（3次元表示スクリーン  
20 10からより離れた空間）に出現する立体画像の方が、より高い角度分解能をもつて観測できることとなる。ここで、角度分解能とは、観測者Qが、点光源像Pに対する視点を左右または上下に振ったときに、どの程度の振り角周期でその点光源像Pが見え隠れするかを示すものである。

なお、ここに示した具体例では、第7図に示したように、1ビットずつシフトさせながら切り出しを行うようにしたが、2ビットあるいはそれ以上のビット数ずつシフトさせながら切り出しを行うようにしてもよい。この場合において、何ビットずつシフトさせるかは、視野角およびスクリーンドット11のピッチに応じて適宜決定する。

以上のように、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のIP法の

ように写真乾板上に固定的に形成された多数の小さな物体像を用いて空間像を作るのでなく、画像内容の変更が容易なLCD13という電気光学的素子を用いて物体像を形成し、このLCD13上の物体像を空間に投射して空間像を形成するようにしたので、従来は物体の撮影後に必要であった写真乾板の現像や写真乾板の配置等の煩雑な前準備を大幅に省略化または簡略化することができる。本実施の形態の3次元画像表示装置では、予め撮影して得た画像を電気的に処理して画像データを作成し、これをLCD13に与えるだけで済むからである。

また、本実施の形態の3次元画像表示装置においては、LCD13に与える画像の内容を高速で変更できることから、従来のIP法では困難だった立体動画の表示も実現可能である。

さらに、本実施の形態の3次元画像表示装置は、従来のホログラムを用いた装置のようにコヒーレント光を必要とするものではなく、上記した発光ダイオード31等のような非コヒーレントな光源を使用可能であるため、設計上もコスト上も有利である。但し、半導体レーザ等のコヒーレントな光源を使用してもよいことはもちろんである。

さらに、本実施の形態の3次元画像表示装置では、光源部30からの光を平行光束にしてからLCD13に入射させると共に、LCD13を通過した光を光拡散素子12において一旦集光してから発散させるようにしている。すなわち、光源部30からの光は発散せずにその殆どすべてがLCD13を通過して光拡散素子12から出射される。ここで、光拡散素子12の集光点12dはピンホールカメラにおけるピンホールとみなすことができるから、結局、LCD13および光拡散素子12における吸収や反射による損失を除いて、ほぼすべての光をピンホールに集中させて利用することができる。したがって、3次元空間画像表示の高輝度化が可能である。

なお、本実施の形態の3次元画像表示装置では、光拡散素子12のサイズはLCD13のサイズと同等であることが必要なので、各スクリーンドット11のサイズが比較的大きくなる傾向にある。したがって、本実施の形態の3次元画像表示装置は、上記した高輝度表示の可能性や空間分解能の点を考慮すると、家庭用のテレビジョン受像機というよりは、むしろ、街頭、映画館あるいはスタジアム

等に設置される大画面の3次元表示装置に適用するのが好適といえる。

次に、本実施の形態の3次元画像表示装置についてのいくつかの変形例をあげて説明する。

本実施の形態の第3図に示した例では、光拡散素子12の入射面12bを放物面等の非球面として形成するようにしたが、光拡散素子をいわゆるSIL (Solid Immersion Lens) として形成するようにしてもよい。このSILは、例えば第15図に示したように、基台部112aの入射面112bを球面として形成すると共に、この入射面112bとLCD13との間に集光レンズ115を配置したものである。この場合には、入射面112bである球面の曲率中心が基台部112aの出射面112c上に位置するように基台部112aを形成すると共に、集光レンズ115から出射した光束が基台部112aの入射面112bで屈折せずに直進するように構成する。すなわち、集光レンズ115の焦点位置と出射面112cとを一致させる。その他の構成は図3の光拡散素子12と同様であり、同一構成要素には同一の符号を付している。

また、第16図に示したように、第15図における球面からなる入射面112bに代えて、この入射面112bと同等の効果をもつフレネルレンズ122bを配置して光拡散素子122を構成し、この光拡散素子122を用いたスクリーンドット121を3次元表示スクリーン120上に配列するようにしてもよい。

また、第17図に示したように、光拡散素子132の入射面132bを平面にすると共に、この入射面132bに第18図に示したような同心円状の干渉縞パターン116を形成し、このような構成の光拡散素子132を用いたスクリーンドット131を3次元表示スクリーン130上に配列するようにしてもよい。なお、第18図は第17図におけるB-B'断面を表すものである。その他の構成は第3図の場合と同様であり、同一構成要素には同一の符号を付している。このような構成の光拡散素子132においては、基台部132aに入射した光は入射面132bの干渉縞パターン116によって回折を受けて出射面132c上に集光し、ここから空間中に拡散して出射する。なお、入射面132bの干渉縞パターン116は、例えば次のようにして作成することができる。

まず、マスターとなる記録媒体に対して再生用参照光が照射されたときに所望

の再生光（ここでは、基台部 132a の出射面 132c 上に集光する光束）を発生させるための 3 次元干渉パターンを計算すると共に、この 3 次元干渉パターンを複数の部分干渉パターンに分割し、各部分干渉パターンについて記録時参照光および記録時情報光を計算する。次に、記録媒体を搬送しつつ、記録時参照光および記録時情報光を照射可能な記録ヘッドを移動させて、記録媒体と記録ヘッドとの相対的な位置関係を変えながら、記録ヘッドによって記録時参照光および記録時情報光を記録媒体に照射して部分ホログラムを形成し、最終的なマスター用ホログラム記録媒体を作成する。次に、こうして作成されたマスター用ホログラム記録媒体を基に、以下のようにして、多数のホログラムレプリカを複製することができる。すなわち、上記のマスター用ホログラム記録媒体と未記録記録媒体とを重ね合わせた状態で、これらの双方の記録媒体に対して、マスター用ホログラム記録媒体のホログラムにより再生光が発生するように参照光を照射し、この参照光の照射によって各ホログラムより発生される再生光と参照光との干渉により生ずる干渉パターンを未記録記録媒体に対して記録する。これにより、マスター用ホログラム記録媒体のホログラムを反転した形の干渉パターンのホログラムが記録された記録媒体ができる。このようにして作成された記録媒体をいわばスタンバとして用いて、上記の複製工程を行うことにより、元のマスター用ホログラム記録媒体と同一のホログラムレプリカを多数複製することができる。

ところで、以上例示した各光拡散素子は、いずれも、入射光を出射面上に一旦集光してから空間中に拡散させて出射するという作用を有するものであり、例えば第 3 図の例では光拡散素子 12 の出射面 12c（すなわち、3 次元表示スクリーン 10 の表面）上に位置する点光源（集光点 12d）から光が拡散するように構成しているが、このほか、次に示すように例えば 3 次元表示スクリーン 10 の背後に位置する点光源（集光点）から光が拡散するように構成してもよい。

第 19 図はそのような光拡散素子の断面構成を簡略化して表したものである。この図に示した光拡散素子 142 は、LCD 13 の各画素に対応した位置にそれぞれ空間座標指定セル 142a を配列して構成したシート状の空間座標指定素子であり、この光拡散素子 142 と LCD 13 とによって 1 つのスクリーンドット 141 を構成している。光拡散素子 142 の各空間座標指定セル 142a は、入

射する光線を予め個々に定められた方向に回折するという機能を有するもので、いわゆる体積ホログラムによって構成可能である。ここで、光の回折方向は各空間座標指定セル 142a ごとに異なっており、3 次元表示スクリーン 140 の背後の仮想発光点  $P_v$  からすべての光が発せられたかのように見えるように設定されている。

ここで、上記のような構成の光拡散素子 142 について、具体的な数値例をあげる。各 LCD 13 の水平方向の画素数を現実的な値（例えば 1024 画素）とし、視野角を例えば 90 度に設定するものとすると、光拡散素子 142 の角度分解能は  $90 \text{ 度} / 1024 \text{ 画素} = 0.088 \text{ 度}$  となる。一方、体積ホログラムを用いた空間座標指定素子の角度分解能は、通常、その厚みに依存し、例えば  $100 \mu\text{m}$  の厚さでは  $0.25 \text{ 度}$ 、 $500 \mu\text{m}$  の厚さでは  $0.05 \text{ 度}$ 、 $1000 \mu\text{m}$  の厚さでは  $0.025 \text{ 度}$ 、 $5000 \mu\text{m}$  の厚さでは  $0.005 \text{ 度}$  という値が得られている。したがって、光拡散素子 142 の厚さを約  $500 \mu\text{m}$  程度に設定すれば、その角度分解能を上記のように  $0.088 \text{ 度}$  以下にすることは十分可能である。

このような光拡散素子 142 を用いてスクリーンドット 141 を構成した場合には、第 3 図の光拡散素子 12 を用いた場合と異なって切出データ（第 8 図）の反転処理（上下ビットの入れ換え）を行う必要がなく、前処理が簡単になる。第 3 図の光拡散素子 12 は一種の凸レンズ的作用を有するため、それを通過した光は倒立実像を形成するのに対し、第 19 図に示した光拡散素子 142 は一種の凹レンズ的作用を有し、それを通過した光は正立虚像を形成するからである。なお、このような空間座標指定セル 142a からなる光拡散素子 142 は、第 17 図で説明した方法と同様の方法で作成および複製することが可能である。

また、上記した第 2 図においては、複数のスクリーンドット 11 ごとに、これらに対向するようにして、フレネルレンズからなるコリメータレンズ 20 を配置し、これにより光源部 30 からの発散光を平行光束に変換するようにしたが、本発明はこれに限定されず、その他の構成によって平行光束を得るようにしてもよい。例えば第 20 図に示したように、光拡散素子 12 と同様の構成のコリメータレンズ 20' を、その出射面 152b が LCD 13 に向くようにして各光拡散素子 12 ごとに配置する。ここで、コリメータレンズ 20' の基台部 152a、出

射面 152b および入射面 152c は、それぞれ、光拡散素子 12 の基台部 12a、入射面 12b および出射面 12c に対応する。コリメータレンズ 20' の光軸と光拡散素子 12 の光軸とを一致させ、この光軸とコリメータレンズ 20' の入射面 152cとの交点に発光ダイオード 31 を配置する。なお、本図では第 2  
5 図に示した支持部材 14 の図示を省略している。このような構成によれば、発光  
10 ダイオード 31 から出射されてコリメータレンズ 20' の基台部 152a 内に発散した光線は出射面 152b によってそれぞれ屈折し、中心光軸と平行な光線となつて LCD 13 に垂直入射する。この変形例では、光拡散素子 12 とコリメータレンズ 20' とを同一構成として部品の共通化を図ることができるので、部品  
15 点数の削減が可能である。

#### [第 2 の実施の形態]

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

第 21 図は本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この 3 次元画像表示装置は、LCD 60 を水平および垂直方向にそれぞれ複数配列して構成した LCD パネル 61 と、複数のピンホール素子 62 を含んで構成されると共に LCD パネル 61 と平行に対向配置された 3 次元表示スクリーン 63 とを備えている。LCD パネル 61 の背後には、図示しない拡散プレートと光源部とが配置されている。なお、この図では、便宜上、LCD パネル 61 と 3 次元表示スクリーン 63 との間隔相当離して描いているが、両者を  
20 より接近させて配置するようにしてもよい。ここで、LCD パネル 61 が本発明における「2 次元画像形成素子」に対応する。

各 LCD 60 は、水平方向に H 個、垂直方向に V 個の画素をマトリクス状に配列して構成したものであり、上記第 1 の実施の形態における LCD 13 (第 2 図、第 3 図) に対応するものである。そして、各 LCD 60 に対して上記第 1 の実施の形態で説明した部分画像データを与えることにより、それぞれが 2 次元静止画を形成可能になっている。3 次元表示スクリーン 63 の各ピンホール素子 62 は、1 枚の LCD 60 につき 1 つずつ、対応する LCD 60 の中央部に対向する位置に配置されている。

第 22 図は、第 21 図の 3 次元表示スクリーン 63 における C-C' 断面構造

を拡大して表すものである。この図に示したように、3次元表示スクリーン63は、ピンホールプレート64と、このピンホールプレート64を挟み込むようにして配置された入射プレート65および出射プレート66とを含んで構成されている。ピンホールプレート64は遮光性のある材料で形成されると共に、ピンホール64aを有している。入射プレート65および出射プレート66は共に可視光線に対して透明な材料で形成され、それぞれ、ピンホールプレート64のピンホール64aに球心をもつ球面からなる入射面65aおよび出射面66aを有している。そして、ピンホール64a、入射面65aおよび出射面66aによって1つのピンホール素子64（第21図）を構成している。ここで、ピンホール64aが本発明における「微小開口部」に対応する。

なお、本実施の形態の3次元画像表示装置を駆動する回路は、上記第1の実施の形態で説明した表示制御回路40（第4図）において、LCD13に代えてLCD60を配したものと同等であり、以下の説明では第4図を用いて説明する。

次に、このような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。

本実施の形態における各LCD60の駆動方法は上記第1の実施の形態の場合と同様である。すなわち、まず、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置40のデータ入力部41（第4図）に入力する。ここで、「部分画像データ」の作成の仕方は上記第1の実施の形態で説明したとおり、被写体の実写により得られるもののほか、コンピュータグラフィックス等によって得られた画像であってもよい。3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部41に入力する。

データ入力部41に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ42に蓄えられた後、分配部43により、各部分画像データとして対応するバッファメモリ44に分配出力され、それぞれに一旦蓄えられる。これらの各バッファメモリ44に蓄えられた部分画像データは、主制御部45からの出力タイミング信号に同期して、対応するLCD60に一斉に出力される。

一方、第21図において、図示しない光源部から発せられた光は、図示しない拡散プレートによって拡散されて均一化され、LCDパネル61の各LCD60に入射する。各LCD60の画素に入射した光はそこで部分画像データの対応画素データに応じた強度変調を受け、各画素から発散するようにして出射する。この場合も、上記第1の実施の形態の場合と同様に、各画素で行われる強度変調は“0”, “1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

第21図に示したように、各LCD60の各画素から出射した光線のうち、3次元表示スクリーン63における対応するピンホール素子62に向かった光線は、10ピンホール素子62の入射面65aで屈折せずに直進してピンホール64aを通過し、さらに、出射面66aで屈折せずにそのまま直進し、3次元表示スクリーン63から出射する。これにより、3次元表示スクリーン63の前方空間には、各ピンホール素子62からそれぞれ出射した光線によって多数の点光源像が形成されることとなる。これらの点光源像は、3次元表示スクリーン10の水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、3次元表示スクリーン63の前方に位置する観測者Qは、空間中に立体的な空間画像を観察することができる。このとき、LCD60の互いに対応する画素における変調の強さを各LCD60ごとに変化させるようにすれば、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができ、金属面での光反射状態の20表現も可能である。

本実施の形態においても、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各LCD60に順次与えるようにすることにより、3次元動画像の表示が可能である。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的な数値例をあげて説明する。

25 第21図において、LCD60を構成する水平方向および垂直方向の各画素数H, Vを、それぞれ例えば256, 144と共に、各画素の駆動速度を例えば $1 \mu\text{sec}$ （マイクロ秒）とし、さらに、3ドット同時サンプリングを行つて表示するものとする。ここで、3ドット同時サンプリングとは、水平方向の画素を3ドット分同時に駆動することをいう。この場合、LCD60によって1枚

の部分画像を表示するのに要する時間は、 $256 \times 144 \times 1 \mu\text{sec} / 3 = 1$  2. 288 より、約 12. 3 msec (ミリ秒) となる。すなわち、3 次元表示スクリーン 6 3 によって全体として 1 枚の 2 次元静止画を表示させる時間を、通常のテレビジョンのフレーム周期である 30 msec 以下にすることは十分に可 5 能である。したがって、観測者 Q にとって違和感のない 3 次元動画像を表示することが可能である。

また、LCD 6 0 の各画素数 H, V を、それぞれ例えば 1024, 576 とし、各画素の駆動速度を例えば 1 μsec とし、24 ドット同時サンプリングを行つて表示するものとすると、LCD 6 0 によって 1 枚の部分画像を表示するのに要 10 する時間は、 $1024 \times 576 \times 1 \mu\text{sec} / 24 = 24.576$  より、約 24. 6 msec となり、より高精細な 3 次元動画像表現が実現可能である。

ところで、上記第 1 の実施の形態では、ピンホールとして機能する光拡散素子 12 と LCD 1 3 とを比較的近接させて配置すると共に、平行光によって LCD 1 3 を照明するようにしているため、LCD 1 3 と光拡散素子 12 のサイズはほ 15 ぼ同等とする必要があり、LCD 1 3 の画素数をあまり多くすることができない。これに対して、本実施の形態では、LCD 6 0 から比較的距離をおいてピンホール素子 6 2 を配置すると共に、光源からの発散光によって LCD 6 0 を照明し、LCD 6 0 の各画素から発散する光線のうち、3 次元表示スクリーン 6 3 のピンホール素子 6 2 に向かう光線を利用して空間画像表現を行うようにしたので、3 20 次元表示スクリーン 6 3 のピンホール素子 6 2 のサイズに比べて LCD 6 0 を相当大きくすることができる。すなわち、上記の具体例にあげたように LCD 6 0 の画素数を多数とすることができます。このため、本実施の形態の 3 次元画像表示装置によれば、観測者 Q によって各視点ごとに観察される画像表現に関する限りにおいてより高精細なものとなる。

### 25 [第 3 の実施の形態]

次に、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。

上記第 2 の実施の形態の 3 次元画像表示装置によれば、観測者 Q によって各視点ごとに観察される画像表現の高精細化が可能であるが、その一方において、3 次元表示スクリーン 6 3 におけるピンホール素子 6 2 の配列ピッチ D (第 21 図)

を大きくせざるを得ないため、角度分解能が第1の実施の形態の場合よりも悪化し、観測者Qが視点を変えるごとに立体画像が見え隠れするという現象が生ずるおそれがある。本実施の形態は、このような不具合をなくすために、角度分解能を向上させることができるようにしたものである。以下、第24図ないし第28

5 図を参照して詳細に説明する。

第24図は本発明の第3の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この3次元画像表示装置は、多数の画素を水平および垂直方向にマトリスク状に配置して構成したピクチャLCDパネル70と、このピクチャLCDパネル70と平行に対向配置されたピンホールLCDパネル71とを備えて構成されている。ピクチャLCDパネル70の背後には、図示しない拡散プレートと光源部とが配置されている。なお、この図においても、便宜上、ピクチャLCDパネル70とピンホールLCDパネル71との間隔相当離して描いているが、両者をより接近させて配置するようにしてもよい。ここで、ピクチャLCDパネル70が本発明における「2次元画像表示パネル」に対応し、ピンホールLCDパネル71が本発明における「光開閉セルアレイ」に対応する。

ピクチャLCDパネル70は、水平Xおよび垂直Yの方向にそれぞれH1, V1個の画素を含む部分画像表示領域SPが、一定の時間間隔ごとに1画素ずつ水平Xおよび垂直Yの方向に走査移動しながらアクティブになるように制御される構成になっている。したがって、ピクチャLCDパネル70の水平および垂直方向の画素数をそれぞれN, M個とすると、水平方向に走査移動する部分画像表示領域SPの数（言い換えると、水平方向において部分画像表示領域SPが停止する位置の個数）は $N - H1 + 1$ 個となり、垂直方向に走査移動する部分画像表示領域SPの数（言い換えると、垂直方向において部分画像表示領域SPが停止する位置の個数）は $M - V1 + 1$ 個となる。ここにいうアクティブとは、その領域の各画素にデータが供給されて実際に画像形成が行われる状態をいう。なお、部分画像表示領域SPは、上記第1の実施の形態におけるLCD13（第2図、第3図）および第2の実施の形態におけるLCD60に相当するものである。そして、時々刻々移動する部分画像表示領域SPに対して、それぞれ、上記第1の実施の形態で説明した各部分画像データを与えることにより、各時点における部分

画像表示領域 S P にそれぞれ異なる視点での部分静止画が形成されるようになつてている。

一方、ピンホール LCD パネル 7 1 の各ピンホール画素 P X は、ピクチャ LCD パネル 7 0 において順次アクティブとなる部分画像表示領域 S P の各中央部に 5 対向する位置に配置されている。したがって、ピンホール LCD パネル 7 1 の水平方向および垂直方向の画素数は、上記した部分画像表示領域 S P の水平および垂直方向の数  $N - H_1 + 1, M - V_1 + 1$  に等しい。このピンホール LCD パネル 7 1 の各ピンホール画素 P X は、ピクチャ LCD パネル 7 0 の部分画像表示領域 S P の走査移動に同期して順次開状態となるように制御される。したがって、 10 ピンホール LCD パネル 7 1 のピンホール画素 P X のうちで開状態となるのは、ピクチャ LCD パネル 7 0 におけるアクティブとなっている部分画像表示領域 S P に対応した画素のみである。結局、ピンホール LCD パネル 7 1 においては、開状態のピンホール画素 P X が、ピクチャ LCD パネル 7 0 における部分画像表示領域 S P の走査移動速度と同じ速さで走査移動するのである。

15 第 25 図は、第 24 図に示したピンホール LCD パネル 7 1 の水平方向の断面構造を拡大して表すものである。この図に示したように、ピンホール LCD パネル 7 1 は、上記第 2 の実施の形態のピンホールプレート 6 4 (第 22 図) と同様に機能するピンホール LCD 7 2 と、このピンホール LCD 7 2 を挟み込むようにして配置された入射プレート 7 3 および出射プレート 7 4 とを含んで構成され 20 ている。ピンホール LCD 7 2 の各ピンホール画素 P X は、ピクチャ LCD パネル 7 0 の画素ピッチと同じピッチで配列されており、指定された画素のみが開状態となって入射光をそのまま通過させるようになっている。入射プレート 7 3 および出射プレート 7 4 は共に可視光線に対して透明な材料で形成され、それぞれ、ピンホール LCD 7 2 の各画素の中心に球心をもつ球面からなる入射面 7 3 a お 25 よび出射面 7 4 a を有している。そして、ピンホール LCD 7 2 における開状態のピンホール画素 P X と入射面 7 3 a と出射面 7 4 a とによって、上記第 2 の実施の形態におけるピンホール素子 6 2 (第 21 図) に相当する 1 つのピンホール素子を構成している。ここで、ピンホール LCD 7 2 の各ピンホール画素 P X が本発明における「光開閉セル」に対応する。

第26図は、本実施の形態の3次元画像表示装置の表示制御を行う表示制御回路180の概略構成を表すものである。この表示制御回路180は、複数の部分画像データからなる2次元静止画データ48が入力されると共に、この入力された2次元静止画データ48から同期信号184を抽出するデータ入力部181と、  
5 入力された2次元静止画データ48を一旦蓄えると共に、蓄えた2次元静止画データ48から各部分画像データを取り出してデータ入力部181からの同期信号184に同期したタイミングで出力するデータバッファ82と、データ入力部181からの同期信号184に同期して、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCD72に対して走査アドレス信号186を出力する走査アドレス指示部  
10 183と、以上の各部を制御する主制御部185とを備えている。ここで、部分画像データとは、上記各実施の形態の場合と同様に、表示対象の3次元静止画像の各部を互いに異なる視点から2次元的に表したデータをそれぞれ反転して作成したデータである。また、同期信号184は、2次元静止画データ48を構成する各部分画像データの開始タイミングを表す信号であり、走査アドレス信号18  
15 6は、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブにすべき部分画像表示領域SPの位置とピンホールLCDパネル71における開状態にすべき画素の位置とを指示するための信号である。ここで、表示制御回路180が本発明における「表示制御手段」に対応し、主として走査アドレス指示部183が本発明における「光開閉セル制御手段」に対応する。

20 次に、第24図ないし第26図のほかに第27図および第28図を参照して、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、第27図はピクチャLCDパネル70およびピンホールLCDパネル71を上方から見た状態を表し、第28図は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートの図示を省略している。

25 まず、上記各実施の形態の場合と同様に、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置180のデータ入力部181（第26図）に入力する。なお、「部分画像データ」の作成の仕方は上記各実施の形態で説明したとおり

である。また、3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部181に入力する。

データ入力部181に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ182に蓄えられる。データ入力部181は、2次元静止画データ48から各部分画像データごとに同期信号184を抽出して、走査アドレス指示部183およびデータバッファ182に出力する。これを受けた走査アドレス指示部183は、ピンホールLCDパネル70およびピクチャLCDパネル71に対して、走査アドレス信号186を出力し、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブにすべき部分画像表示領域SPの位置とピンホールLCDパネル71における開状態にすべきピンホール画素PXの位置とを指示する。データバッファ182は、蓄えた2次元静止画データ48から1組の部分画像データを取り出し、これをデータ入力部181からの同期信号184に同期したタイミングでピクチャLCDパネル70に供給する。データバッファ182から供給された部分画像データは、ピクチャLCDパネル70における指示された部分画像表示領域SPに供給され、各画素を駆動する。

一方、第24図において、図示しない光源部から発せられた光は、図示しない拡散プレートによって拡散されて均一化され、ピクチャLCDパネル70の各画素に入射する。各画素に入射した光は、そこで部分画像データにおける対応画素データに応じた強度変調を受け、各画素から発散するようにして出射する。この場合も上記各実施の形態の場合と同様に、各画素で行われる強度変調は“0”，“1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

第24図に示したように、部分画像表示領域SPの各画素から発散して出射した光線のうち、ピンホールLCDパネル71における開状態のピンホール画素PXに向かった光線は、第25図に示したように、入射プレート73の入射面73aで屈折せずに直進してピンホールLCD72の開状態のピンホール画素PXを通過し、さらに、出射プレート74の出射面74aでも屈折せずにそのまま直進し、ピンホールLCDパネル71から出射する。

このような動作を同期信号 84 に同期して、各部分画像データごとに行う。すなわち、第 27 図に示したように、ピクチャ LCD パネル 70 におけるアクティブな部分画像表示領域 SP を水平方向に SP1 ~ SPn へと 1 ビットずつ移動させるのに対応して、ピンホール LCD パネル 71 におけるピンホール LCD 72 の開状態ピンホール画素 PX を水平方向に PX1 ~ PXn (n = N - H1 + 1) へと 1 ビットずつ移動させると同時に、データバッファ 82 から 1 組の部分画像データを出力して、ピクチャ LCD パネル 70 のアクティブな（すなわち、選択された）部分画像表示領域 SP に供給する。水平方向の走査移動が終了すると、今度は、第 28 図に示したように、ピクチャ LCD パネル 70 の部分画像表示領域 SP およびピンホール LCD 72 のピンホール画素 PX は共に、垂直方向に 1 ビット分移動し、さらに、その垂直方向位置において水平方向に上記と同様の走査移動を行う。そして、ピクチャ LCD パネル 70 の部分画像表示領域 SP が垂直方向に SP1 ~ SPm へと走査移動させるのに対応して、ピンホール LCD 72 の開状態のピンホール画素 PX を垂直方向に PX1 ~ PXm (m = M - V1 + 1) へと走査移動させる。これにより、ピンホール LCD 72 の各画素から、それぞれわずかな時間差をもって光線が出射されることとなる。

ここで、ピクチャ LCD パネル 70 およびピンホール LCD 72 の全面の走査を例えば 30 分の 1 秒程度の時間で行うようにすると、ピンホール LCD パネル 71 の前方にいる観測者 Q は、眼の残像現象により、ピンホール LCD 72 の各画素から出射した光線によってピンホール LCD パネル 71 の前方空間に多数の点光源像が形成されたかのように感じこととなる。これらの点光源像は、水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として 3 次元静止画像を構成する。したがって、観測者 Q は、空間中に立体的な空間画像を観察することができる。このとき、各部分画像表示領域 SP における互いに対応する画素における変調の強さを各部分画像表示領域 SP ごとに変化させるようにすれば、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができ、金属面での光反射状態の表現も可能である。また、本実施の形態においても、連続する場面を表すそれぞれの 3 次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各部分画像表示領域 SP に与えるようにすることにより、3 次元動画像の表示が可能である。こ

こで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的な数値例をあげて説明する。

第29図に示したように、第24図のピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPを例えば $15 \times 9$ 画素で構成し、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72を例えば $16 \times 9$ 画素で構成するものとする。ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を例えば $1 \mu\text{sec}$ とすると、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $15 \times 9 \times 1 \mu\text{sec} = 135$ より、 $0.135 \text{ msec}$ となる。したがって、ピンホールLCD72の全面を走査するのに要する時間（すなわち、1枚の3次元静止画の表示に要する時間）は、 $16 \times 9 \times 0.135 \text{ msec} = 19.44$ より、約 $20 \text{ msec}$ となり、通常のテレビジョンのフレーム周期である $30 \text{ msec}$ 以下にすることは十分に可能である。したがって、観測者Qにとって違和感のない3次元動画像を表示することが可能である。

また、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72を例えば $16 \times 9$ 画素で構成すると共に、ピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPを $64 \times 36$ 画素で構成し、ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を例えば $1 \mu\text{sec}$ として18ドット同時サンプリングを行うものとすると、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $64 \times 36 \times 1 \mu\text{sec} / 18 = 128$ より、 $0.128 \text{ msec}$ となる。したがって、ピンホールLCD72の全面を走査するのに要する時間（すなわち、1枚の3次元静止画の表示に要する時間）は、 $16 \times 9 \times 0.128 \text{ msec} = 18.432$ より、約 $18 \text{ msec}$ となり、より高精細な3次元動画像表現が実現可能である。

本実施の形態の冒頭で述べたように、上記第2の実施の形態では、固定的に設けられた各LCD60（第21図）によって各部分画像の表示を行うと共に、各LCD60に対応してピンホール素子62を固定的に配置するようにしたので、ピンホール素子62の配置間隔Dが比較的大きくなり、観測者Qが空間立体画像を観察したときの角度分解能が悪化するおそれがある。これに対して、本実施の形態の3次元画像表示装置では、ピンホールとして機能するピンホールLCD72のピンホール画素PXが互いに近接しているので、角度分解能が向上する。また、本実施の形態では、（開状態のピンホール画素PX）を順次移動させながらそ

の背後の2次元画像表示板（ピクチャLCDパネル70）上に2次元画像（部分画像）を順次オーバーラップさせて表示するという構成にしているので、表示の高精細化を図ったとしても、装置全体として使用するLCDの総画素数が少なくて済む。

5 [第4の実施の形態]

次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。

上記第3の実施の形態では、具体例でも説明したように、ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を高速化すると共に多ドット同時サンプリングを行うようにしたとしても、1枚の3次元静止画の表示に要する時間を動画表示に対応し得る30 msec以下とすることを考慮すると、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCDパネル71の構成画素数をあまり多くすることはできない。そこで、本実施の形態では、この点を改善するために、上記第3の実施の形態で説明した構成の3次元画像表示装置をさらに複数組配列して、並列駆動を行うようとする。

15 第30図は本発明の第4の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図に示したように、本実施の形態の3次元画像表示装置は、上記第3の実施の形態（第24図）に示したものと同じ構成の（ $n \times m$ 画素構成の）ピンホールLCDパネル71（斜線を付した部分）を水平および垂直方向にそれぞれk枚ずつ配列して構成したピンホールLCD集合パネル81と、上記第24図に示したピクチャLCDパネル70よりも多くの画素を配列して構成したピクチャLCD大パネル80とを備えている。ここで、ピクチャLCD大パネル80の一部とピンホールLCDパネル71との組み合わせが本発明における「単位ユニット」に対応する。

25 ピンホールLCD集合パネル81の全画素数は、例えば水平方向に $n \times k$ 、垂直方向に $m \times k$ とし、ピクチャLCD大パネル80の全画素数は、例えば水平方向に $n \times k + 2\alpha$ 、垂直方向に $m \times k + 2\beta$ とする。

ピクチャLCD大パネル80は、水平および垂直の方向にそれぞれH1, V1個の画素を含む複数の部分画像表示領域SPが、互いにオーバーラップすることなく、並行して、ピンホールLCD集合パネル81における開状態となるピンホ

ール画素 P X の移動に伴って 1 画素ずつ水平または垂直の方向に走査移動するよう 5 に制御されるようになっている。したがって、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 における 1 枚のピンホール LCD パネル 7 1 に着目すれば、水平方向に走査移動する部分画像表示領域 S P の数（すなわち、部分画像表示領域 S P が停止する位置の個数）は n 個、垂直方向に走査移動する部分画像表示領域 S P の数は m 個となる。そして、時々刻々移動する複数の部分画像表示領域 S P のそれぞれに対して、上記各実施の形態で説明した部分画像データを与えることにより、各時点における部分画像表示領域 S P にそれぞれ異なる視点での部分静止画が形成されるようになっている。

10 一方、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 におけるピンホール LCD パネル 7 1 の各ピンホール画素 P X は、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 において順次移動する部分画像表示領域 S P の各中央部に対向する位置に配置されている。そして、各ピンホール LCD パネル 7 1 の各ピンホール画素 P X は、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の部分画像表示領域 S P の走査移動に同期して順次開状態となるように制御される。したがって、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 におけるピンホール画素 P X のうちで開状態となるのは、各ピンホール LCD パネル 7 1 ごとに、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 におけるアクティブとなっている部分画像表示領域 S P に對応した画素のみである。結局、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 においては、複数の開状態のピンホール画素 P X が、互いに一定の画素ピッチを保ちながら、20 ピクチャ LCD 大パネル 8 0 における複数の部分画像表示領域 S P の走査移動速度と同じ速さで走査移動するのである。

25 ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の各部分画像表示領域 S P からの出射光は、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 における対応するピンホール LCD パネル 7 1 の開状態ピンホール画素 P X に向かい、そこをそのまま直進して通過するようになっている。ここで、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の出射面側には、各画素ごとに凸形状のマイクロレンズ（図示せず）が形成されており、各画素からの出射光が必要以上に拡散するのを防ぐようになっている。これは、部分画像表示領域 S P からの出射光の拡散角があまりに大きいと、この出射光が、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 における対応するピンホール LCD パネル 7 1 の開状態ピンホール画

素 P X のみならず、隣接するピンホール LCD パネル 7 1 の開状態ピンホール画素 P X にも入射してしまうからである。

その他の部分（例えば、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の背後に配置する拡散プレートや光源部、およびピンホール LCD 集合パネル 8 1 の断面等）の構成は上記第 3 の実施の形態の場合と同様である。なお、この 3 次元画像表示装置における表示制御回路については、図示を省略するが、その基本的構成は上記第 3 の実施の形態で示した表示制御回路 180 を複数並べた回路として構成することができる。ここで、表示制御回路 180 を複数並べた回路が本発明における「並列表示制御手段」に対応し、表示制御回路 180 における走査アドレス指示部 83 を複数並べたものが本発明における「光開閉セル並列制御手段」に対応する。

次に、第 30 図ないし第 32 図を参照して、このような構成の 3 次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、第 31 A ないし第 31 C 図はピクチャ LCD 大パネル 8 0 およびピンホール LCD 集合パネル 8 1 を上方から見た状態を表し、第 32 A ないし第 32 C 図は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートの図示を省略している。

本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、第 31 A ないし第 31 C 図に示したように、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 の各ピンホール LCD パネル 7 1 における開状態のピンホール画素 P X が 1 ビットずつ水平方向に移動するのに同期して、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 における部分画像表示領域 S P が 1 ビットずつ同方向に移動する。このとき、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の各部分画像表示領域 S P には、それが移動するごとに新たな部分画像データが供給される。そして、各部分画像表示領域 S P からの出射光は、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 における対応するピンホール LCD パネル 7 1 の開状態ピンホール画素 P X に向かい、そこをそのまま直進して通過する。ここで、第 31 A 図は各ピンホール LCD パネル 7 1 における水平方向の左端のピンホール画素 P X が開状態となったときの様子を示し、第 31 B 図は各ピンホール LCD パネル 7 1 における水平方向の左端から 2 番目のピンホール画素 P X が開状態となったときの様子を示し、第 31 C 図は各ピンホール LCD パネル 7 1 における水平方向の右端のピンホール画素 P X が開状態となったときの様子を示す。

各ピンホールLCDパネル71において、開状態のピンホール画素PXの1ライン分の水平走査移動が終了すると、今度は、第32Aないし第32C図に示したように、ピクチャLCD大パネル80の部分画像表示領域SPおよび各ピンホールLCDパネル71の開状態のピンホール画素PXは共に、垂直方向に1ピット分移動し、さらに、その垂直方向位置において水平方向に上記と同様の走査移動を行う。ここで、第32A図は各ピンホールLCDパネル71における垂直方向の上端のピンホール画素PXが開状態となったときの様子を示し、第32B図は各ピンホールLCDパネル71における垂直方向の上端から2番目のピンホール画素PXが開状態となったときの様子を示し、第32C図は各ピンホールLCDパネル71における垂直方向の下端のピンホール画素PXが開状態となったときの様子を示す。このように、ピクチャLCD大パネル80の部分画像表示領域SPが垂直方向に順次走査移動するのに同期して、ピンホールLCDパネル71の開状態のピンホール画素PXが垂直方向に走査移動する。

このようにして、ピンホールLCD集合パネル81において、各ピンホールLCDパネル71の開状態のピンホール画素PXからそれぞれ同時に（並列に）光線が出射されることとなる。したがって、上記第3の実施の形態で説明したように、ピンホールLCDパネル71の全面の画素の走査を30分の1秒程度の時間で行うようになると、ピンホールLCD集合パネル81の前方にいる観測者Qは、眼の残像現象により、ピンホールLCD集合パネル81の各画素から出射した光線によってその前方空間に多数の点光源像が形成されたかのように感じることとなる。すなわち、観測者Qは空間中に立体的な空間画像を観察することができる。

このとき、部分画像表示領域SPの画素における変調の強さを変化させようすれば、金属面での光反射状態の表現等も可能であり、また、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各部分画像表示領域SPに与えるようすれば3次元動画像の表示ができる。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的な数値例をあげて説明する。

ここでは、上記第3の実施の形態の具体例（第29図）と同様に、ピクチャLCD大パネル80における部分画像表示領域SPを例えば $15 \times 9$ 画素で構成し、ピンホールLCD集合パネル81におけるピンホールLCDパネル71を例えば

16×9画素で構成し、また、第30図におけるkを64、 $\alpha$ を7、 $\beta$ を4とする。この場合、第33図および第34図に示したように、ピクチャLCD大パネル80のサイズは、1038×584画素となり、ピンホールLCD集合パネル81のサイズは1024×576画素となる。なお、第33図はピクチャLCD大パネル80およびピンホールLCD集合パネル81を上方から見た状態を表し、第34図は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートの図示を省略している。

ここで、ピクチャLCD大パネル80の画素駆動速度を例えば1μsecとすると、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、上記第3の実施の形態の一具体例の場合と同様に0.135 msecとなり、これにより、1枚の3次元静止画の表示に要する時間は約20msecとなる。したがって、通常のテレビジョンのフレーム周期である30msec以下にすることは十分に可能であり、観測者Qにとって違和感のない3次元動画像を表示することが可能である。

このように、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、具体例として示した第33図および第34図から明らかなように、ピンホールLCD集合パネル81を構成する多数の（ここでは、1024×576個の）画素のそれぞれを通して、その背後のピクチャLCD大パネル80における対応する部分画像表示領域SPに形成された部分画像が前方空間に投射され、全体として1つのまとまりのある3次元画像が高速で表示されることとなる。したがって、動画であっても、高精細な3次元画像の表示が可能となる。しかも、上記第3の実施の形態の場合と同様に、ピンホールとして機能するピンホールLCD集合パネル81のピンホール画素PXが互いに近接しているので、角度分解能も十分である。すなわち、本実施の形態の3次元画像表示装置は、表示画像の解像度、角度分解能、動画としての自然さ等、いずれの点においても鑑賞に耐えうる品質の3次元動画を提供することができる。

また、本実施の形態の3次元画像表示装置では、上記第3の実施の形態の場合と同様に、（開状態のピンホール画素PX）を順次移動させながらその背後の2次元画像表示板（ピクチャLCD大パネル80）上に2次元画像（部分画像）を順

次オーバーラップさせて表示するという構成にしているので、表示の高精細化を図る場合においても、装置全体として使用するLCDの総画素数が少なくて済む。このため、上記第1の実施の形態または第2の実施の形態の3次元画像表示装置と比べて、非常にコンパクトに構成することが可能であり、例えば家庭用の立体  
5 テレビジョン等にも十分適用可能である。

#### [第5の実施の形態]

次に、本発明の第5の実施の形態について説明する。

第35図は本発明の第5の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を真上から見た状態を表す。この装置は、白色  
10 平行光束を出射可能な光源部201と、光源部201からの出射光を空間変調することにより2次元のカラー画像を形成して出射するLCD203と、LCD203の後方（光が出射する側）に順次配置されたコンデンサレンズ204およびコリメータレンズ205等からなるビームエキスパンダと、コリメータレンズ205の後方に配置された偏向板206と、偏向板206の後面に密着するように  
15 配置されたレンチキュラー板207とを備えている。ここで、主としてLCD203が、後述する制御回路210の一部と共に、本発明における「2次元画像形成手段」に対応し、主として偏向板206が本発明における「偏向手段」に対応する。

光源部201は、例えばハロゲンランプ等の高輝度の発光体と回転楕円面等の  
20 反射ミラー等からなり、白色の平行光束を出射可能になっている。

コンデンサレンズ204およびコリメータレンズ205からなるビームエキスパンダーは、LCD203から出射された平行光束を拡幅して出射するためのものである。コリメータレンズ205としては、例えば図示のようなフレネルレンズが使用される。

25 レンチキュラー板207は、水平方向に延びる微小な蒲鉾レンズを上下方向に多数並べて構成したもので、偏向板206からの出射光を縦方向（垂直方向、すなわち、紙面と直交する方向）に拡散させるように機能する。

第36図は、第35図に示した3次元画像表示装置の要部を斜め上方から俯瞰した状態を表し、第37図は、第35図に示した3次元画像表示装置の要部を側

面から（第36図の矢印Kの方向から）見た状態を表すものである。これらの図に示したように、コリメータレンズ205を通過して平行となった光は、偏向板206を通過する際に入射位置に応じた角度だけ横方向（水平方向、すなわち、紙面内において光線の入射方向と直交する方向）に偏向された後、レンチキュラーボード207によって上下方向に角度 $\alpha$ の拡がりをもって拡散するようになっている。ここで、レンチキュラーボード207が本発明における「拡散手段」に対応する。

LCD203は、例えば、R, G, Bの各色フィルタを備えた単板式カラーフィルタ方式の液晶表示素子であり、後述する制御回路210から供給される画像データを基に2次元動画像を形成するように構成されている。液晶部分には、例えば、高速動作が可能な強誘電性液晶(FLC: Ferroelectric Liquod Crystal)が用いられる。但し、モノクロ画像表示装置とする場合には、LCD203に代えて、カラーフィルタを有しないモノクロの液晶表示素子を用いればよい。また、光源部201およびLCD203に代えて、R, G, Bの各色用のダイクロイックミラーまたはダイクロイックプリズム等の色分離手段とR, G, Bの各色ごとに配置した合計3枚のモノクロLCD（図示せず）を備えるように構成した光源部を配置するようにしてもよい。本実施の形態において、LCD203としては、説明の便宜上、例えば $600 \times 400$ 画素の液晶表示素子を用いるものとする。

第38図は、LCD203に供給される2次元画像データを取得するための撮影原理を説明するためのものである。本実施の形態では、被写体Eを中心とする円弧ENに沿って撮影用カメラ（図示せず）を角度方向 $\theta_1$ から $\theta_{60}$ まで角度 $\Delta\theta$ 間隔で移動させると共に、各角度方向 $\theta_i$ （ $i = 1, 2, \dots, 60$ ）において被写体Eの2次元画像を撮影して2次元静止画像データとして取り込むようとする。ここで、 $\Delta\theta$ は、例えば1度に設定される。取り込まれた1枚の2次元静止画像を1フィールド分の画像と呼ぶこととすると、角度方向 $\theta_1$ から $\theta_{60}$ までの走査によって60フィールド分の2次元静止画像が得られる。以下の説明では、この角度方向 $\theta_1$ から $\theta_{60}$ までの走査によって得られる2次元静止画像を60空間フィールド分の画像と呼ぶものとする。 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ の各角度方向での画像取り込みは、それぞれ、タイミング $t_1 \sim t_{60}$ において行われるように制御する。

角度方向 $\theta_1$ から $\theta_{60}$ までの60空間フィールド分の画像の取り込みが終了す

ると、次のタイミング  $t_{61} \sim t_{120}$ においてさらに角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$ までの 60 空間フィールド分の画像の取込みを行う。以下同様にして、60 空間フィールド分ずつの画像の取込みを繰り返す。そして、この繰り返しを 60 回行うこと 5 で、合計 3600 フィールド分の画像を得る。このとき、ある角度方向  $\theta_i$  に着目すると、タイミング  $t_i \sim t_{(i+60 \times 59)}$ において 60 フィールド分の画像が得られたことになる。なお、以下の説明では、各角度方向  $\theta_i$ においてタイミング  $t_i \sim t_{(i+60 \times 59)}$ で得られる 2 次元静止画像を 60 時間フィールド分の画像と呼ぶものとする。

ここで、角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$ までの 60 空間フィールド分の画像の取込みを 10 1 / 60 秒の時間で行うものとすると、画像取込み周期  $\Delta t$  は 1 / 3600 秒となり、1 秒間で 3600 フィールド分の画像が得られる。

このようにして得られた 2 次元静止画像の集合は、1 連の 2 次元動画像とみなすことができる。この 2 次元動画像は、例えば、後述する M P E G 方式等による圧縮処理を受け、圧縮動画データとしてビデオ C D 等の記録媒体に記録される。 15 そして、この記録媒体から再生された圧縮動画データは、後述する伸長処理や所定の変調処理を受けたのち、L C D 203 に供給され、そこに、2 次元動画像が形成されることとなる。

再び第 35 図に戻って説明する。偏向板 206 は、コリメータレンズ 205 からの出射光を、時間経過に伴って異なる方向に向かうこととなるように水平方向 20 に偏向させるためのもので、例えば、後述する第 40 図に示したように高分子分散液晶(PDLC:Polymer Dispersed Liquid Crystal)または高分子・液晶複合体(Liquid Crystal Polymer Composite)と呼ばれる素子を用いて構成される。この高分子分散液晶素子は、高分子と液晶の複合体に電圧を加えて液晶分子の配列方向を電界の方向に揃え、高分子と液晶との屈折率のマッチングによる効果を利用して、見る方向によって白濁状態と透明状態とを切り換えることができる機能を有するものである。

本実施の形態では、第 35 図に示したように、第 38 図で説明した撮影条件に対応して、例えば、視野角  $\theta$  が 60 度、角度分解能  $\Delta \theta$  が 1 度となるように構成する。この場合、偏向板 206 は、コリメータレンズ 205 から垂直に入射した

光の一部を、 $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  まで 1 度刻みの角度方向に順次出射せるように機能する。本実施の形態では、LCD 203 における上記した画像形成タイミングに同期して、 $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  までの角度走査（以下、ビーム偏向走査という。）を 1 / 60 秒の時間で行うと共に、このビーム偏向走査を 60 回行うことで 3 次元動画像を表示する。この場合、例えば角度方向  $\theta_1$  の観測者 G1 から見ると、1 秒間に 60 枚の 2 次元静止画像が見え、これらの静止画像が観測者 G1 の眼の残像現象効果によって 1 秒分の動画像として観測される。また、例えば角度方向  $\theta_{30}$ （または  $\theta_{60}$ ）の観測者 G2（または G3）から見ると、角度方向  $\theta_1$  において観測される静止画像とは異なる視点の静止画像が 1 秒間に 60 枚見え、これらが 1 秒分の動画像として観測される。例えば、LCD 203 に供給される 2 次元画像データが上記の第 38 図で示した設定で得られたものであるとすると、角度方向  $\theta_1$ ,  $\theta_{30}$ ,  $\theta_{60}$  の観測者 G1, G2, G3 は、それぞれ、例えば第 39 A ないし第 39 C 図に示したように、互いに異なる視点の画像を観測することとなる。

15 次に、偏向板 206 の構成についてさらに詳細に説明する。

第 40 図は、偏向板 206 の水平方向の断面構造を拡大して表すものである。なお、この第 40 図ならびに後述する第 41 図および第 42 図では、図示上の煩雑さを避けるため、断面を示す斜線の図示を省略している。この第 40 図に示したように、本実施の形態における偏向板 206 は、上記した高分子分散液晶素子を用いて構成されたもので、高分子材料 206a 中に数ミクロン以下の針状の液晶分子 206b を分散させて形成した高分子・液晶複合層 206c と、この高分子・液晶複合層 206c の入射面および出射面に、高分子・液晶複合層 206c を挟んで互いに対向すると共に紙面と直交する方向に延びるように形成された微小幅のストライプ電極 206d, 206e とを備えている。ここで、高分子・液晶複合層 206c が、本発明における「透過方向可変型の液晶素子」に対応する。なお、ストライプ電極 206d, 206e は、上記のようにストライプの方向（電極の長手方向）が互いに平行になるように配置してもよいが、本発明はこれに限定されず、例えば、ストライプの方向を直交させた、いわゆる単純マトリクス配置としてもよい。あるいは、TFT（薄膜トランジスタ）等を用いて構成される

アクティブマトリクス配置としてもよい。これらの場合には、偏向方向の制御を2次元的に行うことが可能である。

高分子・液晶複合層206cの入射側には、入射光を均一に散乱させることができ可能な散乱面206fが形成されている。ストライプ電極206d, 206eは、  
5 例えばITO(Indium Tin Oxide)等の透明導電膜から形成され、図の紙面と直交する方向(縦方向)に延びている。ストライプ電極206dとストライプ電極206eとの間には、所定の電圧が選択的に印加されるようになっている。LCD  
203(第35図)の1つのピクセルを透過した光は、複数のストライプ電極206d上に差し掛かるような状態で偏向板206と垂直に入射するようになって  
10 いる。ストライプ電極206d, 206eの配列ピッチは、60個の角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ を実現し得る程度に、でき得る限り小さくされている。

液晶分子206bは、電圧が印加されていない状態では、高分子材料206a中において液晶光軸(長軸)がランダムな方向を向いている。この状態では、液晶分子206bの実効的な屈折率と高分子材料206aの屈折率とは一致せず、  
15 液晶分子206bと高分子材料206aとの界面での光散乱効果によって、高分子・液晶複合層206cの全体が不透明な白色状態を呈する。一方、ストライプ電極206d, 206e間に電圧が選択的に印加されると、これにより生ずる狭い電界の及ぶ範囲内において、液晶分子206bの光軸方向が電界方向と一致して揃い、液晶分子206bの見かけの屈折率は、液晶分子206bの常光線に対応する値 $n_0$ となる。このため、高分子材料206aとして、 $n_0$ とほぼ等しいものを用いると、液晶分子206bと高分子材料206aとの界面屈折率の差がなくなり、電界方向においては光散乱効果が弱まって高分子・液晶複合層206cが透明になる。すなわち、散乱面206fで散乱された光のうち、電界方向の光のみが出射されることとなる。

25 ストライプ電極206d, 206eに対する選択的な電圧印加の制御は、電圧の印加される1対の電極間を結ぶ直線の方向が角度方向 $\theta_i$ を向くように保つつつ、電圧の印加される1対の電極を例えば図の左方から右方へと順次シフトさせるようにして行われる。より具体的には、入射面側に配列された各ストライプ電極206dに対して次々と所定の時間間隔でパルス電圧を印加する走査(以下、

電圧印加走査という。)に同期して、出射面側に配列された各ストライプ電極 206 e に対して次々とパルス電圧を印加する電圧印加走査を行う。その際、入射面側の電圧が印加されるストライプ電極 206 d と出射面側の電圧が印加されるストライプ電極 206 eとの間には、角度方向  $\theta_i$ に対応した水平ずれ距離が保たれるように制御が行われる。

例えば、第 40 図では、電圧の印加される 1 対の電極間を結ぶ直線の方向が角度方向  $\theta_1$  と一致するような電圧印加走査を行う場合における、ある瞬間の状態を表している。また、第 41 図は、第 40 図に示した状態からみて 4 個分だけ電圧を印加する電極をシフトした瞬間の状態を表している。これらの図では、各角度方向  $\theta_i$  における電圧印加走査に要する時間を短縮するために、2 対のストライプ電極 206 d, 206 e に対して並列に電圧印加走査を行うようにした場合を示している。電圧印加走査に要する時間をさらに短縮するためには、3 対以上のストライプ電極 206 d, 206 e に対して並列に電圧印加走査を行うようすればよい。但し、このような並列走査を行う場合には、複数対のストライプ電極 206 d, 206 e により生ずる電界が相互に干渉し合わないように、互いに十分な距離を保つようにする必要がある。なお、一時に 1 対のストライプ電極 206 d, 206 e に対してのみ電圧を印加するような走査を行うようにしてもよいのはもちろんである。

ここで、例えば、高分子・液晶複合層 206 c の厚さを L、ストライプ電極 206 d, 206 e の配列ピッチを p、出射角  $\delta_i$  の方向（角度方向  $\theta_i$ ）に対応したストライプ電極 206 d, 206 e 間の水平ずれピッチ数を  $n_i$ 、角度方向  $\theta_i$  に対応した両電極間の水平ずれ距離を  $d_i$  とすると、

$$\tan \delta_i = d_i / L$$

$$= p \times n_i / L$$

より、角度方向  $\theta_i$  に対応したストライプ電極 206 d, 206 e 間の水平ずれピッチ数  $n_i$  は、次の（1）式で表される。ここに、 $i = 1, 2, \dots, 60$  である。

$$n_i = L \times \tan \delta_i / p \dots (1)$$

上記の（1）式で与えられる水平ずれピッチ数を保つようにして、ストライプ

電極 206d, 206e の対に対する電圧印加走査を行うことにより、 $\theta_i$  の角度方向の光のみが選択されて偏向板 206 から出射されることとなる。

角度方向  $\theta_i$  での走査が終了すると、続いて角度方向  $\theta_{(i+1)}$  での走査が行われる。そして、このような水平方向の電圧印加走査が角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  までの各角度方向について行われる。第 42 図は、角度方向  $\theta_{60}$  での電圧印加走査におけるある瞬間の状態を表している。本実施の形態において、1 つの角度方向  $\theta_i$  についての電圧印加走査は、1 / 3600 秒の時間周期で行われる。したがって、角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  までのすべての角度方向についての電圧印加走査に要する時間は 1 / 60 秒である。なお、液晶分子 206b の配向作用はヒステリシスを有するため、電界が移動していった後でもその配向状態がある程度の時間保持される。したがって、このような配向走査が偏向板 206 の全面にわたって行われた後、LCD 203 に 1 / 3600 秒周期で画像を表示させるようにすればよい。より具体的には、電圧印加走査の周期 (= 1 / 3600 秒) に対するその実所要時間の比として定義される走査デューティ比を例えば 50% 以下とし、LCD 203 の表示周期 (= 1 / 3600 秒) に対するその実表示時間の比として定義される表示デューティ比を同じく 50% 以下とすると、1 / 3600 秒という時間内に、1 回分の電圧印加走査と LCD 203 における 1 枚分の画像の表示とが行われることとなる。また、上記したようにストライプ電極 206d, 206e に代えてマトリクス電極を用いるようにした場合には、液晶分子 206b の配向方向を一旦ランダムに乱したのちに、1 ピクセル中の一部の液晶分子 206b のみを角度方向  $\theta_i$  に配向させるようにすることにより、中間階調の表示も実現可能となる。

高分子・液晶複合層 206c は、例えば、高分子と液晶の溶液を基板状に塗布したのちに溶媒を蒸発させる方法や、高分子材料のモノマーが重合して硬化する際に液晶が高分子材から析出して液晶小滴が形成されるという効果を利用する方法により形成されるが、このほかの方法でも形成可能である。例えば、ポリビニルアルコール(PVA)等の水溶液にネマティク液晶を分散して液晶小滴をマイクロカプセル化した構造のものや、液晶中に少量の高分子材料をゲル状に分散した構造のものであってもよい。なお、従来の高分子分散液晶では球状の液晶分子が用

いられているが、本実施の形態のように指向性が必要とされる用途では、液晶分子の形状が上記したような針状であることが望ましい。このような針状の液晶を形成するには、例えば、均一な磁場中において液晶を析出させてマイクロカプセル化させる方法がある。この方法では、磁場方向における潮汐効果により、針状の液晶分子 206b が形成される。

第 43 図は、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の制御回路の概略構成を表すものである。この制御回路 210 は、ビデオ CD(Compact Disk)や DVD(Digital Video Disk)等の記録媒体 211a から画像再生装置 211 によって再生された 2 次元画像データに対して所定の信号処理を行い、LCD 203 に供給すると共に、LCD 203 への 2 次元画像データの供給タイミングに同期して、偏向板 206 の偏向制御を行うものである。ここで、記録媒体 211a に記録された 2 次元画像データは、例えば第 38 図に示した撮影原理に基づいて得られたものであるとする。但し、この制御回路 210 に供給される 2 次元画像データは、画像再生装置 211 によって再生されたものに限定されず、そのほか、例えば通信ネットワーク等の伝送線路を介して送られてきたものであってもよい。

この制御回路 210 は、画像再生装置 211 によって記録媒体 211a から読み出されたデータを 2 次元画像データとオーディオデータとテキストデータとに分離するためのデマルチプレクサ 212 と、デマルチプレクサ 212 の出力端に接続されたフレームメモリ等からなる入力バッファ 213 と、入力バッファ 213 の出力端に接続された MPEG(Moving Picture Experts Group)デコーダ 214 とを備えている。この制御回路 210 はまた、MPEG デコーダ 214 の出力端に接続された中間バッファ 215 と、中間バッファ 215 の出力端に接続されたビデオ信号処理部 228 と、ビデオ信号処理部 228 の出力端に接続された出力バッファ 217 と、出力バッファ 217 の出力端に接続されると共に LCD 203(第 35 図)の入力側に接続された LCD ドライバ 218 とを備えている。制御回路 210 はさらに、偏向板 206(第 35 図)の偏向動作を制御するための偏向コントローラ 220 と、偏向コントローラ 220 の出力端に接続されると共に偏向板 206 の入力側に接続された偏向ドライバ 221 と、偏向コントローラ 220 と LCD ドライバ 218 との同期をとるための制御を行う PLL(Phase

e Lock Loop) 回路 219 とを備えている。ここで、デマルチプレクサ 212 から LCD ドライバ 218 までの回路が主として本発明における「画像形成制御手段」に対応する。また、PLL 回路 219、偏向コントローラ 220 および偏向ドライバ 221 が、上記した偏向板 206 と共に、主として本発明における「3 次元画像形成手段」に対応する。また、入力バッファ 213 および MPEG デコーダ 214 が、それぞれ、本発明における「受信手段」および「復号化手段」に対応する。

デマルチプレクサ 212 は、画像再生装置 211 から再生されたデータから圧縮画像データを分離し、これを入力バッファ 213 に入力するようになっている。  
MPEG デコーダ 214 は、入力バッファ 213 から入力された圧縮画像データに対する伸長処理やビデオフォーマットの復号化処理等を行うためのものである。ビデオ信号処理部 228 は、中間バッファ 215 から入力された 2 次元画像データに対し、偏向方向に応じたビデオ信号変調処理等を行うためのものである。このビデオ信号変調処理は、偏向方向に応じて、LCD 203 に表示する画像の水平方向の幅（表示倍率）を変化させるためのものであり、この処理については後述する。LCD ドライバ 218 は、出力バッファ 217 からのビデオ信号を基に、LCD 203 の駆動に適合した周波数および電圧波形をもった駆動信号 223 を生成して、LCD 203 に供給するようになっている。

本実施の形態では、LCD 203 に対するビデオ信号供給周波数は、3600 フィールド／秒である。したがって、LCD 203 が、例えば  $600 \times 400$  ピクセルのカラー表示を行うものであるとすると、駆動信号 223 の周波数、すなわち、LCD 203 の各画素のスイッチング周波数は、 $3600 \times 600 \times 400 \times 3 = 2592 \text{ MHz}$  となる。この周波数は、通常の LCD ドライバを並列に利用することで十分実現可能な値である。

LCD ドライバ 218 はまた、ビデオ信号供給タイミングの基礎となる 3600 Hz の基本クロック信号 224 を PLL 219 に送出するようになっている。

PLL 219 は、偏向コントローラ 220 からの基本クロック信号 224 と LCD ドライバ 218 からのクロック信号 225 との位相同期（フェイズロック）をとるように制御を行い、ロックされたクロック信号 226 を偏向コントローラ

220にフィードバックする。

偏向コントローラ220は、PLL219によってロックされたクロック信号226に同期して、偏向板206の偏向タイミングを制御するための偏向制御信号227を出力する。本実施の形態では、偏向駆動信号227の周波数は360Hzである。偏向ドライバ221は、偏向コントローラ220からの偏向制御信号227を基に、偏向板206の駆動に適合した駆動信号、すなわち、偏向板206のストライプ電極206d, 206eに印加可能な電圧波形および周波数をもった駆動信号229を生成して偏向板206に供給するようになっている。偏向板206における1走査は、LCD203における1フィールド分の画像(1/3600秒)に対応させて行われるようにする。そのためには、偏向板206の各ストライプ電極206d, 206eに印加する駆動信号229の周波数は、ストライプ電極206d, 206eのピッチ(あるいは配列数)にもよるが、例えば1ピクセル当たりの電極数が10個であるとすると、 $3600 \times 10\text{ Hz}$ 程度に設定すればよい。

15 次に、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。

まず、第43図を参照して、制御回路210の動作を説明する。

画像再生装置211は、記録媒体211aに圧縮記録されたデータを再生し、これをデマルチプレクサ212に供給する。デマルチプレクサ212は、受け取ったデータを、2次元の動画像データとオーディオデータとテキストデータとに分離する。分離された動画像データは、入力バッファ213を介してMPEGデコーダ214に入力される。

MPEGデコーダ214は、入力バッファ213から入力された圧縮画像データに対する伸長処理を行うと共に、ビデオフォーマットの復号化処理等を行って出力する。MPEGデコーダ214から出力されたビデオ信号は、中間バッファ215を介してビデオ信号処理部228に入力される。

ビデオ信号処理部228は、上記したように、中間バッファ215から入力されたビデオ信号に対し、偏向方向に応じた画像幅となるような倍率変調処理(以下、画像幅変調処理という。)等を行う。以下に、第44図ないし第46A~C図を参照して、この画像幅変調処理について詳細に説明する。

第44図は、偏向板206からの出射光の偏向方向（2次元画像の投射方向）と投射方向から見た画像の幅との関係を簡略化して表すものである。この図に示したように、LCD203（本図では図示せず）から出射して偏向板206に入射した2次元画像を表す光束の幅をWとし、画像の投射方向が偏向板206における垂線となす角、すなわち、出射角をδとすると、投射方向の観測者から見た画像の幅W<sub>1</sub>は、次の（2）式により表される。

$$W_1 = W \times \cos \delta \cdots (2)$$

したがって、出射角δの方向の観測者からみた画像の幅が本来の（元の）値と等しくなるようにするためには、元の画像の幅W<sub>1</sub>に対して次の（3）式に示す変調を施して幅をWに補正した画像をLCD203で形成する必要がある。

$$W = W_1 / \cos \delta \cdots (3)$$

第45図は、上記の（3）式に示した変調関数を図示したものである。なお、この図は、視野角が60度の場合について示している。この図に示したように、偏向板206の垂線と投射方向とのなす角、すなわち出射角δが、「-30度」から「0度」を経て「+30度」に変化するに伴って、変調関数の値は‘2／(3<sup>1/2</sup>)’から‘1’を経て再び‘2／(3<sup>1/2</sup>)’へと変化する。したがって、偏向板206に対して正面方向（δ=0度）の観測者G<sub>2</sub>（第35図）から観測される画像が、例えば第46B図に示したようなものであったとすると、この方向（δ=0度）に対応してLCD203上に形成すべき画像（例えば、タイミングt<sub>30</sub>における画像）は、第46B図の画像と同じ幅のものでよいが、観測者G<sub>1</sub>の方向（δ=-30度）への投射に対応してLCD203上に形成すべき画像（例えば、タイミングt<sub>1</sub>における画像）は、第46A図に示したような横方向に拡大された画像とする必要がある。同様に、観測者G<sub>3</sub>の方向（δ=+30度）への投射に対応してLCD203上に形成すべき画像（例えば、タイミングt<sub>60</sub>における画像）は、第46C図に示したような横方向に拡大された画像とする必要がある。このような画像幅変調を行うことにより、どの方向からも、第39Aないし第39C図に示したような正しい画像が観測されることとなる。

さて、再び第43図に戻って、制御回路210の動作を説明する。ビデオ信号処理部228から出力されたビデオ信号は、出力バッファ217を介してLCD

ドライバ 218 に入力される。LCD ドライバ 218 は、出力バッファ 217 からのビデオ信号を基に、LCD 203 の駆動に適合した周波数および電圧波形をもった駆動信号 223 を生成して、LCD 203 に供給する。これにより、LCD 203 には、3600 Hz という高速で内容が変化する 2 次元画像、すなわち、  
5 動画像が形成される。

一方、偏向コントローラ 220 は、PLL 219 によってロックされたクロック信号 226 に同期して、偏向板 206 の偏向タイミングを制御するための偏向制御信号 227 を出力する。偏向ドライバ 221 は、偏向コントローラ 220 からの偏向制御信号 227 を基に駆動信号 229 を生成して、偏向板 206 に供給する。これにより、偏向板 206 では、LCD 203 に形成される 2 次元画像の变化に同期して、その 2 次元画像の投射方向が偏向される。  
10

より具体的には、第 40 図ないし第 42 図に示したように、駆動信号 229 がストライプ電極 206d, 206e 間に順次選択的に印加されることによって、その電極対間を結ぶ方向に沿って液晶分子 206b の配向方向が揃い、その方向  
15 にのみ光が出射する。このような電圧印加走査が、1 / 3600 秒当たり 1 回の割合で行われる。この間、LCD 203 上には、1 フィールド分の 2 次元画像が保持されている。したがって、各タイミング  $t_j$  (但し、 $j = 1, 2, \dots, 360$ )において 1 枚の 2 次元静止画像が形成されると共に、この 2 次元静止画像が偏向板 206 によって、その 2 次元静止画像に対応した 1 つの投射方向に投射される。そして、第 35 図に示したように、タイミング  $t_1$  から  $t_{60}$  までの偏向走査によって、60 空間フィールド分の 2 次元静止画像が、それぞれ、 $\theta_1 \sim \theta_{60}$  の角度方向に投射される。さらに、次のタイミング  $t_{61}$  から  $t_{120}$  までの偏向走査によって、60 空間フィールド分の 2 次元静止画像が、それぞれ、 $\theta_1 \sim \theta_{60}$  の角度方向に投射される。以下同様にして、60 空間フィールド分ずつ角度を変えながらの画像投射が繰り返される。そして、この繰り返しを 60 回行うことで、  
20 合計 3600 フィールド分の画像投射が行われる。  
25

この場合、ある角度方向  $\theta_i$  に着目すると、タイミング  $t_i, t_{(i+60)}, t_{(i+60 \times 2)}, \dots, t_{(i+60 \times 59)}$ において 60 時間フィールド分の 2 次元静止画像が観測されることになる。例えば、角度方向  $\theta_1$  にいる観測者 G1 (第 35 図) は、 $t_1,$

t 61, t 121, …, t 3541 の各タイミングにおいて、この角度方向  $\theta_1$  に対応した内容の合計 60 時間フィールド分の 2 次元静止画像を観測する。つまり、観測者 G1 は、毎秒 60 フィールド分の画像を見ることとなり、眼の位置を固定させている限り、眼の残像現象効果により通常のテレビジョン受像機によって表示される動画と同等の動画が表示されていると感ずる。

ここで、観測者 G1 が右に移動して、例えば角度方向  $\theta_{10}$  の方向を向いたとすると、観測者 G1 は、t 10, t 70, t 80, …, t 3550 の各タイミングにおいて、この角度方向  $\theta_{10}$  に対応した内容の合計 60 時間フィールド分の 2 次元静止画像を観測する。ここで、角度方向  $\theta_{10}$  に対応した各 2 次元静止画像の内容は、最初の角度方向  $\theta_1$  に対応した各 2 次元静止画像の内容とは視点が異なったものとなっている。この結果、観測者 G1 は、偏向板 206 によって投射されたそれぞれ視点の異なった 2 次元画像の集合を、立体的な動画像、すなわち、3 次元動画像として観測することになるのである。

次に、第 47 図および第 48 図を参照して、3 次元画像表示装置に供給される画像データの圧縮方法について説明する。

この 3 次元画像表示装置の LCD 203 によって形成される画像の基となる画像データは、例えば上記したように第 38 図に示した撮影方法によって得られるが、この画像データは、時間の経過に伴って画像の内容が連続的に変化する点において通常の動画データと変わることろがない。したがって、動画像に対して一般に用いられている MPEG 方式による画像圧縮を行うことが可能であり、また、適している。

第 47 図は、MPEG 方式による動画像圧縮法を本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置に適用する方法を説明するためのものである。上記したように、本実施の形態において LCD 203 に供給される画像データは、3600 フィールド／秒の動画像データとみなすことができる。そこで、第 47 図に示したように、各タイミング  $t_j$  における画像を基に、I ピクチャ、B ピクチャおよび P ピクチャという 3 種類の圧縮画像（この図では、単にピクチャという。）を生成する。ここで、I ピクチャが本発明における「第 1 の圧縮符号化データ」に対応し、B ピクチャおよび P ピクチャが本発明における「第 2 の圧縮符号化データ」に対応す

る。

ここで、第48図に示したように、Iピクチャは、フレーム内符号化画像もしくはイントラ符号化画像と呼ばれるもので、1フィールド分の元の静止画像をそのまま他のフィールドとは独立して圧縮したピクチャである。なお、ここでは、  
5 フレームとフィールドを同義として説明する。Pピクチャは、フレーム間順方向予測符号化画像もしくはプレディクティブ符号化画像と呼ばれるもので、過去(直前)のフィールドからどれだけ変化したかを表す動きベクトルによって構成されるピクチャである。また、Bピクチャは、双方向予測符号化画像もしくはバイディレクショナリープレディクティブ符号化画像と呼ばれるもので、過去(直前)  
10 のみならず未来(直後)のフィールドからの変化量を示す動きベクトルをも用いて構成されるピクチャである。

これらのIピクチャ、BピクチャおよびPピクチャを、第47図に示したように、「I, B, B, P」もしくは「P, B, B, P」という順序で並べて、60ピクチャで1つのGOP(Group Of Pictures)を形成する。このGOPは、ランダム・アクセスの単位となるもので、それぞれの先頭、すなわち、タイミングt1,  
15 t61, t121, … t3541の位置には、必ずIピクチャが置かれるように構成する。

このような方法で動画像圧縮を行うことにより、毎秒3600フィールドという膨大な画像データを効率的に圧縮することができる。これにより、第43図の記録媒体211aにおける記録領域の消費量を低減できると共に、実質的な高速  
20 データ転送および帯域圧縮が可能となる。

以上のように、本実施の形態に係る3次元画像表示装置によれば、時間的に変化する2次元画像(すなわち、一種の2次元動画像)をLCD203で形成すると共に、形成された2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して順次異なることとなるように偏向板206により2次元画像の投射方向を  
25 偏向させるビーム偏向走査を行うこととしたので、時間的に変化する2次元画像が互いに視点の異なった2次元画像の集合であるようにすることにより、それらの2次元画像の集合が3次元画像として観測されるようにすることができる。ここで観測される3次元画像は、人間の左右の眼の視差を利用した従来の擬似的立体表示画像ではなく、視点を左右方向に移動させることによって物体の側面まで

ものが見えることになるという、よりリアルな立体画像である。すなわち、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のホログラフィ技術や眼の視差を利用することなく立体画像の表示が可能となる。

また、本実施の形態では、LCD 203で形成された2次元画像を偏向板206によって偏向させて投射するだけなので、第1ないし第4の実施の形態の場合に比べて光の利用効率が高く、表示画像の高輝度化が可能である。

また、本実施の形態では、2次元画像の投射方向を偏向させるビーム偏向走査を短い周期で繰り返し行うと共に、ある偏向走査周期において特定方向に投射される2次元画像の内容と、次の偏向走査周期において上記特定方向に投射される2次元画像の内容とを異ならせるようにすることにより、3次元動画像が観測されるようになることが可能である。すなわち、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のIP法によるレンズ3次元画像表示技術やホログラフィ技術によっては困難であった3次元動画像の表示を実現することができる。

なお、本実施の形態において、LCD 203として例えば強誘電性液晶を使用した場合には、高速の表示特性を担保することが可能であるが、その反面、現状の技術では単一の画素による中間階調表現は困難である。そこで、この場合には、例えば第49図に示したLCD 203における各画素203aを、それぞれ時分割的に駆動して中間階調を実現すればよい。なお、この図の例は、1画素を構成する3つの画素電極上にR, G, B用のカラーフィルタがそれぞれ形成されたスライプタイプのLCDを示している。

中間階調を表現するには、例えば第50図に示したように、1フィールド（ここでは、 $1/3600$ 秒）の期間を3つの期間 $\tau_1 \sim \tau_3$ に分割し、それぞれの期間において画素を選択的に駆動する。この図で、斜線を施した部分は駆動されない電極を示し、斜線を施していない部分は駆動された電極を示す。3つの期間 $\tau_1 \sim \tau_3$ のすべてにおいて駆動されない場合には、合成輝度は[0レベル]となり、3つの期間 $\tau_1 \sim \tau_3$ のすべてにおいて駆動された場合には、合成輝度は[3レベル]となる。また、1つの期間においてのみ駆動された場合には、合成輝度は[1レベル]となり、2つの期間において駆動された場合には、合成輝度は[2レベル]となる。結局、この場合には、单一の画素で4段階の階調が表現

可能である。なお、この図の例では、説明および理解を容易化するために、R, G, B の画素を同時に（一括して）駆動するものとしたが、R, G, B の画素をそれぞれ独立して選択的に駆動することにより、任意の色ごとの中間階調が実現されるのはもちろんである。

- 5 また、例えば第 5 1 図に示したように、互いに隣接する 4 つの画素について空間分割的な駆動を行うことにより中間階調を表現することも可能である。この図で斜線を施していない部分が駆動された画素を示す。この場合には、4 つの画素の中から、0, 1, 2, 3 または 4 個の画素を選択して、これを駆動すればよい。これにより、[0 レベル] から [4 レベル] までの 5 段階の階調が表現可能となる。
- 10 なお、このような空間的合成手法による場合においても、上記と同様に、R, G, B の画素をそれぞれ独立して選択的に駆動することにより、任意の色ごとの中間階調が実現可能である。さらに、時分割と空間分割とを併用することにより、より多くの階調表示が可能となる。

また、本実施の形態では、角度分解能、すなわち、偏向板 206 による偏向角の間隔が例えば 1 度であるものとして説明したが、偏向角間隔をより小さくすることで、より高精細な 3 次元画像を得ることができる。この場合には、例えば第 5 2 図および第 5 3 図に示したように、角度方向  $\theta_i$  と  $\theta_{(i+1)}$  の間に、新たな角度方向  $\theta_{(i+1/2)}$  を設ければよい。そのためには、例えば第 5 3 図に示したように、2 回の電圧印加走査によって 1 フィールド分の画像を投射表示する。具体的には、まず 1 回目の走査 [s 1] では、偏向方向の初期値を  $\theta_1$  として 1 度刻みで電圧印加走査を行い、2 回目の走査 [s 2] では、偏向方向の初期値を 0.5 度だけずらして、あとは 1 回目と同様に 1 度刻みで電圧印加走査を行えばよい。この場合には、上記実施の形態の場合に比べて 2 倍の空間解像度が得られる。

しかも、このように 2 回の電圧印加走査で 1 フィールド分の画像を投射表示するようにした場合には、周波数が 60 角度方向 × 60 フィールド / 秒 = 3600 フィールド / 秒であるにもかかわらず、120 角度方向への投射表示が可能である。例えば、0.5 度ずつずらしながら 1 回の電圧印加走査で 1 フィールド分の画像を投射表示する場合には、本来、120 角度方向 × 60 フィールド = 7200 フィールド / 秒という高い周波数で駆動する必要があるが、上記のように 2 回

の電圧印加走査で 1 フィールド分の画像を投射表示する場合には周波数を高める必要がないので、駆動がより容易となる。

同様に、60 の角度方向における各角度方向間隔を 5 つに分割し、5 回の走査で 1 フィールド分の画像を投射表示するようにしてもよい。この場合、1 回目の走査では、1 度、2 度、3 度、…、60 度の各角度方向に投射し、2 回目の走査では、1.2 度、2.2 度、3.2 度、…、60.2 度の各角度方向に投射し、3 回目の走査では、1.4 度、2.4 度、3.4 度、…、60.4 度の各角度方向に投射し、4 回目の走査では、1.6 度、2.6 度、3.6 度、…、60.6 度の各角度方向に投射し、5 回目の走査では、1.8 度、2.8 度、3.8 度、…、60.8 度の各角度方向に投射する。そして、6 回目の走査では、再び元に戻って、1 度、2 度、3 度、…、60 度の各角度方向に投射する。以下、これを繰り返すことで、空間分解能を 0.2 度刻みとすることができます。しかも、この場合、周波数は、60 角度方向 × 60 フィールド／秒 = 3600 フィールド／毎秒のままでよい。結局、 $60 \times 60 \times 5 = 18000$  フィールド／秒という 5 倍の空間解像度と同等の効果が得られる。

一方、これとは逆に、偏向角の間隔を 1 度とするとと共に、2 回の走査で 1 フィールド分の画像を投射表示するようにしてもよい。すなわち、1 回目の走査で、1 度、3 度、5 度、…、59 度の各奇数角度方向に投射し、2 回目の走査で、2 度、4 度、6 度、…、60 度の各偶数角度方向に投射する。この場合には、30 角度方向 × 60 フィールド = 1800 フィールド／秒という、より低い周波数であるにもかかわらず、上記実施の形態の場合と同等の空間解像度が得られる。

さらに、例えば、偏向角の間隔を 1 度とするとと共に、5 回の走査で 1 フィールド分の画像を投射表示するようにしてもよい。すなわち、1 回目の走査で、1 度、6 度、11 度、…、56 度の各角度方向に投射し、2 回目の走査で、2 度、7 度、12 度、…、57 度の各角度方向に投射し、3 回目の走査で、3 度、8 度、13 度、…、58 度の各角度方向に投射し、4 回目の走査で、4 度、9 度、14 度、…、59 度の各角度方向に投射し、5 回目の走査で、5 度、10 度、15 度、…、60 度の各角度方向に投射する。そして、6 回目の走査では、再び元に戻って、1 度、6 度、11 度、…、56 度の各角度方向に投射する。以下、これを繰り返

す。この場合には、12角度方向×60フィールド=720フィールド／秒という、さらに低い周波数となるが、人の目の分解能はさほど高くないので、事実上の空間解像度は上記実施の形態の場合と同等となる。すなわち、空間分解能を低下させることなく、駆動周波数を十分小さくすることができる。したがって、ドライバを比較的安価に構成することができる。

次に、本実施の形態の変形例について説明する。

第54図は、第35図における偏向板206に代わる偏向手段としての偏向プリズムアレイ216の外観構成を表すもので、斜め上から俯瞰した状態を示す。この偏向プリズムアレイ216は、それぞれが回転軸216aを中心として回転可能に配置された複数の微小な回転プリズム216bを有している。各回転プリズム216bはすべて同一形状を有し、各回転軸216aが一定間隔で平行に位置することとなるように配列されている。回転プリズム216bは、例えば図示のように三角柱として形成される。その断面形状は、例えば正三角形、二等辺三角形またはその他の三角形とすることも可能である。これらの回転プリズム216bは、互いに等しい回転速度で同期して同一方向に回転するようになっている。ここで、回転プリズム216bが本発明における「回転可能に配設されたプリズム」に対応する。

第55Aないし第55E図は、ある1つの回転プリズム216bに着目した場合に、この回転プリズム216bの回転に伴って出射光の偏向方向が変化する様子を表すものである。これら図に示したように、入射光は、回転プリズム216bの回転角に対応した量だけ屈折作用により偏向されて出射される。したがって、上記したように、すべての回転プリズム216bを同期させて回転させることにより、入射光を一斉に角度方向 $\theta_1$ から $\theta_{60}$ まで偏向させて出射することが可能である。なお、第54図では、出射光が入射光の方向に対して $\delta_i$ だけ偏向されて角度方向 $\theta_i$ に出射される様子を示している。

なお、回転プリズム216bは、三角柱には限定されず、例えば第56図に示したような断面形状を有する四角柱の回転プリズム216b'としてもよい。また、回転プリズム216b、216b'のプリズム頂角 $\eta$ は、要求される最大偏向角に応じて決定すればよい。具体的には、頂角 $\eta$ を大きくすれば、最大偏向角

が大きくなる。

また、回転プリズム 216 に代えて、回転可能な微小な反射ミラーを複数配設して、これらの反射ミラーによって光を反射させることで光を偏向させるようにもよい。この場合には、この反射ミラーが本発明における「回転可能に配設された反射ミラー」に対応する。なお、回転プリズムまたは回転ミラーは、同一方向にのみ回転するものには限らず、双方向に回転する揺動動作、すなわち振動的回動動作を行うものであってもよい。

#### [第 6 の実施の形態]

次に、本発明の第 6 の実施の形態について説明する。

第 57 図は、本発明の第 6 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を真上から見た状態を表す。なお、この図で、上記の第 35 図で示した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、上記第 5 の実施の形態における偏向板 206 に代えて、ホログラムを用いて構成した偏向板 226 を備えたものである。偏向板 226 は、入射光の方向と直交する方向（矢印 X1 の方向）に所定のストロークでの往復移動が可能になっている。その他の光学的構成および配置は第 35 図の場合と同様である。なお、本実施の形態においても、説明および理解上の便宜を図るべく、LCD 203 の水平方向のピクセル数は 600 であるとする。

第 58 図は、偏向板 226 における水平方向の断面の一部を拡大して表すものである。なお、この図では、断面部への斜線の図示を省略している。この偏向板 226 は、同一構造をもつ 11 個の偏向領域 H<sub>r</sub> （但し、r = 1, 2, …, 11）を備えている。各偏向領域 H<sub>r</sub> は、LCD 203 の水平方向に沿った 60 個のピクセル（図示せず）をそれぞれ透過して入射してきた 60 本の入射光線の全体幅に対応した幅を有している。各偏向領域 H<sub>r</sub> は 60 個の偏向セル H<sub>C(r,i)</sub> （但し、r = 1, 2, …, 11, i = 1, 2, …, 60）を含んでいる。したがって、偏向板 226 は、全体として 660 個の偏向セル H<sub>C(r,i)</sub> を有していることとなる。但し、後述するように、これらの 660 個の偏向セル H<sub>C(r,i)</sub> のうちで、同時に使用される偏向セル、すなわち、ある瞬間に入射光線が入射している偏向セルは

600個だけである。偏向板226は60個分の偏向セルHC(r,i)に相当するストローク(上記した所定のストローク)で往復運動するようになっている。

各偏向セルHC(r,i)は、垂直方向(第58図では、紙面と直交する方向)に長いストライプ形状をなし、入射光線をそれぞれ固有の水平方向 $\theta_i$ (但し、 $i = 1, 5, 2, \dots, 60$ )に偏向させることができるようにになっている。すなわち、偏向領域 $H_r$ は、あるタイミング $t_j$ (但し、 $j = 1, 2, \dots, 3600$ )において、入射光線の入射位置に応じて一義的に定まる方向にその入射光線を偏向する。さらに言い換えると、ある1つの偏向領域 $H_r$ に入射した60ピクセル分の入射光線PB $v$ (但し、 $v = 1, 2, \dots, 600$ )は、互いに異なる60の角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に偏向されることとなる。ここで、視野角 $\theta$ を例えば60度とすると、互いに隣接する偏向方向の間隔角 $\Delta\theta$ は、上記第5の実施の形態の場合と同様に、1度となる。

1つの偏向領域 $H_r$ は、上記の第19図に示した3次元表示スクリーン140を構成するスクリーンドット141に相当し、1つの偏向セルHC(r,i)は、空間座標指定セル142aに相当するものである。このような偏向領域 $H_r$ を複数含む偏向板226は、後述するように、例えばホログラムを用いて形成することが可能である。

第59図は、偏向板226の断面の一部をさらに拡大して表すものである。なお、この図においても、断面部への斜線の図示を省略している。この図に示したように、偏向板226は、基材226a上に偏向層226B, 226G, 226R、および保護層226bを順次積層して構成したものである。偏向層226R, 226G, 226Bは、それぞれ、ボリュームホログラフィを利用して3次元的な干渉パターンによって情報が記録されたホログラム層である。これらのホログラム層は、光が照射されたときにその光の強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化するホログラム材料によって形成されている。但し、偏向層226RはR色光のみによって光学的特性が変化し、偏向層226GはG色光のみによって光学的特性が変化し、偏向層226BはB色光のみによって光学的特性が変化するようになっている。ホログラム材料としては、例えばフォトポリマー(photopolymers)等が使用される。ある偏向領域 $H_r$ における1つの偏向セル

H C(r,i)に入射した 1 ピクセル分の入射光に含まれる R, G, B の各色光は、すべて同一方向  $\theta_i$  に偏向されるようになっている。例えば、第 5 9 図では、偏向領域 H 1 における偏向セル H C(1,1)に入射した R, G, B の各色入射光がすべて  $\theta_1$  の方向に偏向され、偏向セル H C(1,60)に入射した R, G, B の各色入射光がすべて  $\theta_{60}$  の方向に偏向される様子を示している。

次に、第 6 0 図ないし第 6 4 A～6 4 F 図を参照して、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、第 6 0 図ないし第 6 2 図は、第 5 7 図の偏向板 226 を矢印 X 1 の方向に往復移動するに伴って入射光線が偏向されて出射される様子を表し、第 6 3 図は、入射光線が偏向を受けて出射する方向が時間の経過に伴って  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  の間で順次変化する様子を具体的に表すものである。

第 6 0 図ないし第 6 2 図に示したように、LCD 203 における水平方向の 600 個のピクセルをそれぞれ透過して入射してきた 600 本の入射光線 P B v (但し、v = 1, 2, 3, …, 600) は、偏向板 226 に入射する。

最初のタイミング t 1 において、偏向板 226 は、第 6 0 図に示したようにストロークの右端に位置しており、600 本の入射光線 P B v は、それぞれ、偏向領域 H 1～H 10 における偏向セル H C(1,1)～H C(10,60)に入射する。具体的には、入射光線 P B 1～P B 60 は、それぞれ、偏向領域 H 1 の偏向セル H C(1,1)～H C(1,60)に入射し、入射光線 P B 61～P B 120 は、それぞれ、偏向領域 H 2 の偏向セル H C(2,1)～H C(2,60)に入射する。以下、同様であり、入射光線 P B 541～P B 600 は、それぞれ、偏向領域 H 10 の偏向セル H C(10,1)～H C(10,60)に入射する。第 6 0 図および第 6 3 図に示したように、このタイミング t 1 においては、各偏向領域 H r に入射した 60 本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向  $\theta_1$ ～ $\theta_{60}$  に向くように偏向されて出射される。なお、第 6 3 図において、縦方向はタイミング t 1 から t 3600 まで時間が経過する方向を示し、横方向は、入射光線 P B v (但し、v = 1, 2, …, 600) に対応する。そして、縦横の交差する部分が、偏向されて出射する角度方向  $\theta_i$  を示す。

次のタイミング t 2 において、偏向板 226 は、図示しないが、1 つの偏向セルの分だけ図の左方に移動する。これにより、600 本の入射光線 P B v は、そ

それぞれ、偏向領域 H<sub>1</sub>～H<sub>11</sub> における偏向セル H<sub>C(1,2)</sub>～H<sub>C(11,1)</sub>に入射する。

具体的には、入射光線 P<sub>B1</sub>～P<sub>B60</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> の偏向セル H<sub>C(1,2)</sub>～H<sub>C(2,1)</sub>に入射し、入射光線 P<sub>B61</sub>～P<sub>B120</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> の偏向セル H<sub>C(2,2)</sub>～H<sub>C(3,1)</sub>に入射する。以下、同様であり、

5 入射光線 P<sub>B541</sub>～P<sub>B600</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>10</sub>, H<sub>11</sub> の偏向セル H<sub>C(1,0,2)</sub>～H<sub>C(11,1)</sub>に入射する。第 6 3 図に示したように、このタイミング t<sub>2</sub>においては、各偏向領域 H<sub>r</sub> に入射した 60 本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向 θ<sub>2</sub>, …, θ<sub>60</sub>, θ<sub>1</sub> へと偏向されて出射される。

10 第 6 1 図は、タイミング t<sub>31</sub>における状態を表すものである。このタイミングでは、偏向板 226 は、初期位置（第 6 0 図）からみて 30 個分の偏向セルに相当する距離だけ図の左方に移動している。したがって、600 本の入射光線 P<sub>Bv</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>1</sub>～H<sub>11</sub> における偏向セル H<sub>C(1,31)</sub>～H<sub>C(11,30)</sub>に入射する。具体的には、入射光線 P<sub>B1</sub>～P<sub>B60</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> の偏向セル H<sub>C(1,31)</sub>～H<sub>C(2,30)</sub>に入射し、入射光線 P<sub>B61</sub>～P<sub>B120</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> の偏向セル H<sub>C(2,31)</sub>～H<sub>C(3,30)</sub>に入射する。以下、同様であり、入射光線 P<sub>B541</sub>～P<sub>B600</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>10</sub>, H<sub>11</sub> の偏向セル H<sub>C(10,31)</sub>～H<sub>C(11,30)</sub>に入射する。第 6 1 図に示したように、また、第 6 3 図から推測されるように、このタイミング t<sub>31</sub>においては、各偏向領域 H<sub>r</sub> に入射した 60 本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向 θ<sub>31</sub>, …, θ<sub>60</sub>, …, θ<sub>30</sub> へと偏向されて出射される。

25 第 6 2 図は、タイミング t<sub>60</sub>における状態を表すものである。このタイミングでは、偏向板 226 は、初期位置（第 6 0 図）からみて 59 個分の偏向セルに相当する距離だけ図の左方に移動し、ストロークの左端に位置している。このタイミングでは、600 本の入射光線 P<sub>Bv</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>1</sub>～H<sub>11</sub> における偏向セル H<sub>C(1,60)</sub>～H<sub>C(11,59)</sub>に入射する。具体的には、入射光線 P<sub>B1</sub>～P<sub>B60</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> の偏向セル H<sub>C(1,60)</sub>～H<sub>C(2,59)</sub>に入射し、入射光線 P<sub>B61</sub>～P<sub>B120</sub> は、それぞれ、偏向領域 H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> の偏向セル H<sub>C(2,60)</sub>～H<sub>C(3,59)</sub>に入射する。以下、同様であり、入射光線 P<sub>B541</sub>～P

B 600 は、それぞれ、偏向領域 H 10, H 11 の偏向セル H C(10,60)～H C(11,59) に入射する。第 6 2 図および第 6 3 図に示したように、このタイミング t 60 においては、各偏向領域 H r に入射した 6 0 本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向  $\theta_{60}, \theta_1, \dots, \theta_{59}$  へと偏向されて出射  
5 される。

第 6 3 図において、例えば入射光線 P B 1, P B 61, P B 121, … P B 541 に着目すると、出射光の角度方向は、それぞれ、タイミング t 1 から t 60 までの間に  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  へと順次変化し、さらに、タイミング t 61 から t 120 までの間に  $\theta_{60}$  から  $\theta_1$  へと順次変化して、元に戻っている。出射光の角度方向は、次のタイミング t 121 から t 180 までの間に再び  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  へと順次変化し、タイミング t 181 から t 240 までの間に  $\theta_{60}$  から  $\theta_1$  へと順次変化して、元に戻っている。  
10 以下、同様にして、1 2 0 タイミング (1 2 0 空間フィールド) の周期で、 $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  および  $\theta_{60}$  から  $\theta_1$  への順次変化が繰り返される。結局、タイミング t 1 から t 3600 までの 3 6 0 0 空間フィールドの間に、3 0 (= 3 6 0 0 / 1 2  
15 0) 往復分のビーム偏向走査が行われる。

また、第 6 3 図において、例えば入射光線 P B 2, P B 62, P B 122, … P B 5  
42 に着目すると、出射光の角度方向は、タイミング t 1 から t 60 までの間に  $\theta_2$  から  $\theta_{60}$  を経て  $\theta_1$  まで順次変化し、さらに、タイミング t 61 から t 120 までの間に  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  を経て  $\theta_2$  まで順次変化して、元に戻っている。以下、同様に  
20 して、1 2 0 空間フィールドの周期で、 $\theta_2$  から  $\theta_{60}$  を経て  $\theta_1$  および  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  を経て  $\theta_2$  への順次変化が繰り返される。結局、この場合も、タイミング t 1 から t 3600 までの 3 6 0 0 空間フィールドの間に、3 0 往復分のビーム偏向走査が行われる。

これと同様のことが、入射光線 P B 3, P B 63, P B 123, … P B 543 ないし入  
25 射光線 P B 60, P B 120, P B 180, … P B 600 についても成り立つ。結局、すべての入射光線 P B ルについて、それぞれ、3 6 0 0 空間フィールドの間に 3 0 往復分のビーム偏向走査が行われる。ここで、タイミング間隔 (すなわち、1 空間フィールド) が 1 / 3 6 0 0 秒であるとすると、毎秒 3 0 往復分のビーム偏向走査となる。このためには、偏向板 2 2 6 を、6 0 個の偏向セルに相当するスト

ロークで、毎秒 30 回往復移動させればよいことになる。

さて、第 57 図に示したように、例えば角度方向  $\theta_1$  にいる観測者 G1 は、タイミング  $t_1, t_{120}, t_{121}, t_{240}, \dots, t_{3541}$  の合計 60 時間フィールドにおいて、偏向板 226 から角度方向  $\theta_1$  に投射される 2 次元画像を観測することとなる。また、角度方向  $\theta_{60}$  にいる観測者 G3 は、タイミング  $t_{60}, t_{61}, t_{180}, t_{181}, \dots, t_{3600}$  の合計 60 時間フィールドにおいて、偏向板 226 から角度方向  $\theta_{60}$  に投射される 2 次元画像を観測することとなる。その他の角度方向  $\theta_i$  においても、それぞれ、偏向板 226 から角度方向  $\theta_i$  に投射される 2 次元画像が観測される。

結局、観測者 G1 は、上記第 5 の実施の形態（第 35 図）の場合と同様に、毎秒 60 フィールド分の画像を見ていることとなり、眼の位置を固定させている限り、通常のテレビジョン受像機によって表示される動画と同等の動画が表示されていると感ずる。ここで、観測者 G1 が右に移動して、例えば角度方向  $\theta_{10}$  の方向を向いたとすると、観測者 G1 は、この角度方向  $\theta_{10}$  に対応した各タイミングにおいて、この角度方向  $\theta_{10}$  に対応した内容の合計 60 時間フィールド分の 2 次元静止画像を観測する。ここで、角度方向  $\theta_{10}$  に対応した各 2 次元静止画像の内容は、最初の角度方向  $\theta_1$  に対応した各 2 次元静止画像の内容とは視点が異なったものとなっている。この結果、観測者 G1 は、偏向板 226 によって投射されたそれぞれ視点の異なった 2 次元画像の集合を、立体的な動画像、すなわち、3 次元動画像として観測することになるのである。

但し、本実施の形態では、偏向板 226 におけるビーム偏向走査の方向が双方向（往復）であるので、仮に LCD203 に供給する 2 次元画像データが、上記第 5 の実施の形態における第 38 図に示した撮影方法によって得られたものである場合には、LCD203 への 2 次元データの供給順序を入れ換える必要がある。あるいは、撮影時における撮影方向の切り換え（すなわち、撮影カメラの切り換え）の順序を、予め、3 次元画像表示装置の偏向板 226 における双方向のビーム偏向走査の順序に合わせておくようにしてもよい。

ここで、第 64A ないし第 64F 図を参照して、本実施の形態と上記第 5 の実施の形態における偏向板によるビーム偏向走査原理の相違点および共通点につ

いて説明する。第64Aないし第64C図は、上記第5の実施の形態におけるビーム偏向走査原理を簡略化して表し、第64Dないし第64F図は、本実施の形態におけるビーム偏向走査原理を簡略化して表すものである。なお、これらの図では、説明の便宜上、LCD203（本図では図示せず）によって形成された2  
5 次元画像を構成する9本の入射光線にそれぞれ符号①～⑨を付している。

上記第5の実施の形態においては、第64Aないし第64C図に示したように、入射光線①～⑨は、各タイミングにおいて、偏向板206によって一斉に同じ方向に偏向されるようになっている。但し、偏向板206を高分子分散液晶によって構成した場合は、厳密には各光線間で偏向タイミングにわずかずつ時間差があるが、それは極めて微小であるので、実質的には、一斉に偏向が行われている  
10 といつてよい。

具体的には、第64A図に示したタイミング $t_\alpha$ では、LCD203によって形成された2次元画像は $\theta_\alpha$ の方向にのみ投射され、第64B図に示したタイミング $t_\beta$ では、LCD203によって形成された2次元画像は $\theta_\beta$ の方向にのみ  
15 投射され、第64C図に示したタイミング $t_\gamma$ では、LCD203によって形成された2次元画像は $\theta_\gamma$ の方向にのみ投射される。しかも、タイミング $t_\alpha$ 、 $t_\beta$ 、 $t_\gamma$ において偏向板206により投射される2次元画像は、それぞれの投射方向に対応した視点で撮影した画像となっている。この結果、観測者は、第35  
図においても説明したように、空間に3次元画像を見出すこととなるのである。

一方、本実施の形態では、第64Dないし第64F図に示したように、入射光線①～⑨は、偏向板206によって一斉に同じ方向に偏向されるのではない。すなわち、各タイミング $t_\alpha$ 、 $t_\beta$ 、 $t_\gamma$ において、LCD203により形成された2次元画像のうちのそれぞれ一部ずつが、それぞれ異なる方向 $\theta_\alpha$ 、 $\theta_\beta$ 、 $\theta_\gamma$ に投射されるようになっている。  
20

具体的には、第64D図に示したタイミング $t_\alpha$ では、LCD203によって形成された2次元画像のうち、入射光線①、④および⑦の3本によって表される部分は $\theta_\alpha$ の方向に投射され、入射光線②、⑤および⑧の3本によって表される部分は $\theta_\beta$ の方向に投射され、入射光線③、⑥および⑨の3本によって表される部分は $\theta_\gamma$ の方向に投射される。また、第64E図に示したタイミング $t_\beta$ では、  
25

L C D 2 0 3 によって形成された 2 次元画像のうち、入射光線②、⑤および⑧の 3 本によって表される部分は  $\theta \alpha$  の方向に投射され、入射光線③、⑥および⑨の 3 本によって表される部分は  $\theta \beta$  の方向に投射され、入射光線①、④および⑦の 3 本によって表される部分は  $\theta \gamma$  の方向に投射される。また、第 6 4 F 図に示したタイミング  $t \gamma$  では、L C D 2 0 3 によって形成された 2 次元画像のうち、入射光線③、⑥および⑨の 3 本によって表される部分は  $\theta \alpha$  の方向に投射され、入射光線①、④および⑦の 3 本によって表される部分は  $\theta \beta$  の方向に投射され、入射光線②、⑤および⑧の 3 本によって表される部分は  $\theta \gamma$  の方向に投射される。

ここで、第 6 4 D ないし第 6 4 F 図において、ある方向  $\theta \alpha$  に着目して見ると、この方向  $\theta \alpha$  への 2 次元画像の投射は、タイミング  $t \alpha$ 、 $t \beta$ 、 $t \gamma$  の 3 回に分解して行われていることが判る。すなわち、タイミング  $t \alpha$  では①、④および⑦が方向  $\theta \alpha$  に投射され、タイミング  $t \beta$  では②、⑤および⑧が方向  $\theta \alpha$  に投射され、タイミング  $t \gamma$  では③、⑥および⑨が方向  $\theta \alpha$  に投射されている。また、方向  $\theta \beta$  に着目して見ると、この方向  $\theta \beta$  への 2 次元画像の投射もまた、タイミング  $t \alpha$ 、 $t \beta$ 、 $t \gamma$  の 3 回に分解して行われている。方向  $\theta \gamma$  についても同様である。

ところが、上記したように、1 空間フィールドを 1 / 3 6 0 0 秒とすると、タイミング  $t \alpha$ 、 $t \beta$ 、 $t \gamma$  の各間の時間差は、最大でも 1 / 6 0 秒である。したがって、観測者は、事実上、第 6 4 D 図ないし第 6 4 F 図に示したように 1 つの 2 次元画像を時分割的に投射した場合の見え方と、第 6 4 A 図ないし第 6 4 C 図に示したように 1 つの 2 次元画像を一斉に投射した場合の見え方とを区別することはできない。すなわち、本実施の形態におけるような時分割方式での偏向走査であっても、上記第 5 の実施の形態の場合と同等の 3 次元画像が観測されることとなる。

以上のように、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置によれば、入射される光を、その入射位置に応じて所定の方向に偏向させることができ可能なホログラムを利用して偏向板 2 2 6 を構成するようにしたので、同一物の複製が容易であり、製作コストでの偏向板 2 2 6 の量産が可能である。また、本実施の形態では、L C D 2 0 3 で形成される 2 次元画像の時間的变化に同期させて、偏向板 2 2 6 を、

入射光の方向と直交する方向に往復移動させるだけでよいので、機構および制御が比較的簡単である。

なお、本実施の形態では、偏向板 226 が、LCD 203 のピクセル数に対応した 10 個の偏向領域  $H_r$  のほかに、往復移動のストロークに相当する 1 個の偏

5 向領域  $H_r$  を有するように構成したが、本発明はこれに限定されない。例えば、第 65 図に示したように、偏向板 226' が、ピクセル数に対応した 10 個の偏向領域  $H_r$  のほかに、さらに、例えば同数（10 個）の偏向領域  $H_r$  を有するもの 10 であるように構成してもよい。この場合には、偏向板 226' を、第 65 図に示した初期位置（往復移動ストロークの右端位置）から第 67 図に示した終端位置（往復移動ストロークの左端位置）まで移動しただけで、600 空間フィールド 分の偏向走査が行われる。なお、第 66 図は、偏向板 226' を 6 個の偏向領域 15 に相当する分、すなわち、300 空間フィールド分移動させた状態を示している。この場合、偏向板 226' を片道 6 回、すなわち、3 往復移動させれば、360 0 空間フィールドの偏向走査が行われる。つまり、毎秒 3 往復の速度で偏向板 2 26' を移動させればよい。したがって、本変形例によれば、上記した第 60 図 ないし第 62 図で説明したように偏向板 226 を毎秒 30 往復という比較的高い周波数で移動させる場合と比べて、偏向板 226' の移動機構が簡単で、かつ高精度化も容易である。

#### [第 7 の実施の形態]

20 次に、本発明の第 7 の実施の形態について説明する。

第 68 図は、本発明の第 7 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を真上から見た状態を表す。なお、この図で、上記の第 57 図で示した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

25 本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、上記第 6 の実施の形態（第 57 図）における偏向板 226 に代えて、偏向フィルム 236 を備えている。この偏向フィルム 236 は、エンドレステープ状に閉じた形で形成され、その断面構造は、第 59 図および第 60 図に示した偏向板 226 と同様に、それぞれが 60 個の偏向セル  $H_C(r,i)$  を含む多数の偏向領域  $H_r$  を含む構造となっている。但し、この偏

向フィルム 236 では、上記の偏向板 226 の場合と異なり、偏向領域  $H_r$  が連続的に切れ目なく形成されている。したがって、偏向領域  $H_r$  の数は実質的に無限といえる。

偏向フィルム 236 は、複数（ここでは 4 個）の給送ローラ 237a～237d に掛けて張り渡されている。これらの給送ローラのうちの例えば給送ローラ 237b が図示しないモータによって回転駆動されることで、偏向フィルム 236 が一方向（矢印 X1 の方向）に一定速度で移動するようになっている。給送ローラ 237a～237d は、それぞれ、複数のスプロケット（図示せず）を有しており、これが偏向フィルム 236 の図示しないパフォレーション（送り穴）に噛み合うことにより、偏向フィルム 236 を高精度で給送できるようになっている。その他の基本的構成は、第 57 図の場合と同様であり、説明を省略する。

本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、偏向フィルム 236 をエンドレスステープのように一方方向に給送することにより、偏向領域  $H_r$  を常に一定方向に移動させる。これにより、偏向セル  $H_C(r,i)$  による 1 本の入射光線  $P_B$  の偏向走査は、上記第 5 の実施の形態の場合と同様に、60 空間フィールド周期で常に一方向に（すなわち、角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  の方向に）行われる。例えば入射光線  $P_B$  に着目すると、この光線は、第 68 図に示したように、タイミング  $t_1$  から  $t_{60}$  までの 60 空間フィールドの間に角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  に偏向され、さらに次のタイミング  $t_{61}$  から  $t_{120}$  までの 60 空間フィールドの間に角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  に偏向される。以下、同様に、60 空間フィールド周期で常に角度方向  $\theta_1$  から  $\theta_{60}$  の方向にビーム偏向走査が行われることになる。

本実施の形態では、上記第 6 の実施の形態の場合のように、偏向板 226 あるいは偏向板 226' を往復移動させるための比較的複雑な機構が不要であり、偏向フィルム 236 を一定方向に給送する機構で足りる。したがって、本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、構造がシンプルであり、特に、例えば映画館等のような大画面を必要とする用途に適している。

なお、本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、偏向フィルム 236 は透過型の偏向手段として機能するものであるが、本発明はこれに限定されず、次に示す実施の形態のように、反射型の偏向フィルムを偏向手段として用いることも可能

である。

[第 8 の実施の形態]

次に、本発明の第 8 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置について説明する。

第 6 9 図は、本発明の第 8 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成 5 を表すものである。この図は、装置を上方から見た状態を示す。なお、この図で、上記の第 6 8 図で示した 3 次元画像表示装置の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

この 3 次元画像表示装置は、反射型の偏向フィルム 246 を用いて構成したものである。偏向フィルム 246 は、給送ローラ 247a, 247b の回転駆動により、半径 R<sub>a</sub> の円筒の一部をなす面に沿って 1 方向に移動するように構成されている。なお、偏向フィルム 246 が円筒の一部をなす面に沿うようにするためにには、例えば、この円筒の一部をなす面に沿ったフィルムガイド（図示せず）を、偏向スクリーン面 246a の上下端部における、光が入射しない余白領域に配置して偏向フィルム 246 を案内するようすればよい。

光源部 201、LCD 203 およびコンデンサレンズ 204 等からなる投射光学系は、コンデンサレンズ 204 の焦点 F が上記の円筒面の中心軸上に位置するように配置されている。但し、上記投射光学系は、偏向フィルム 246 の偏向スクリーン面 246a の中央部よりも上方（紙面よりも手前の位置）に寄った位置に配置され、その光軸は偏向スクリーン面 246a の中央部に向かって斜め下方 20 に伸びている。すなわち、LCD 203 を出た光は、第 71 図に示したように、偏向フィルム 246 の偏向スクリーン面 246a を斜め上方から照射するようになっている。

LCD 203 を透過してコンデンサレンズ 204 によって集光された光は、焦点 F で焦点を結んだのちに広がっていき、偏向フィルム 246 のスクリーン面 25 246a に垂直に入射する。これにより、LCD 203 により形成された 2 次元画像が偏向フィルム 246 のスクリーン面 246a に投影されるようになっている。但し、ここでいう垂直とは、第 6 9 図に示した水平面内（紙面内）における垂直を意味する。

第 70 図ないし第 72 図は、第 6 9 図に示した偏向フィルム 246 に入射した

光がそこで偏向されつつ反射される様子を表すものである。これらのうち、第70図は、1つの偏向領域 $H_r$ に含まれる偏向セル $H_C(r,i)$ による偏向反射の様子を示す水平方向の断面を表し、第71図は、これを俯瞰した状態を表す。また、第72図は、偏向領域 $H_r$ の中の1つの偏向セル $H_C(r,i)$ による偏向反射の方向の時間的変化を示す水平方向の断面を表す。

これらの図に示したように、本変形例では、上記第7の実施の形態の場合と同様に、偏向フィルム246に、偏向領域 $H_r$ が連続的に切れ目なく形成されている。各偏向領域 $H_r$ には、ストライプ状に形成された60個の偏向セル $H_C(r,i)$ が含まれる。LCD203におけるあるピクセルを透過してきた光線は、偏向フィルム246における対応する位置の偏向セル $H_C(r,i)$ に垂直に入射する。但し、ここでいう垂直とは、第70図に示した水平断面内（紙面内）における垂直を意味する。1つの偏向領域 $H_r$ には60本の入射光線 $P_B\nu$ が入射し、それぞれ、対応する偏向セル $H_C(r,i)$ によって、水平断面内で角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に偏向されて反射される。一方、垂直断面内（第70図において、偏向フィルム246の偏向スクリーン面246aを形作る円筒面の軸を通り、紙面と垂直な面内）では、第71図に示したように、斜め上方から偏向領域 $H_r$ に入射した入射光線 $P_B\nu$ は、垂直断面内において上下方向にほぼ均一に拡散するように反射する。このように、上下に拡散するように反射をさせることは、例えば、第35図等に示したレンチキュラー板と同等の機能を有するレンチキュラーレンズ（図示せず）を偏向フィルム246上に形成することで実現可能である。

本実施の形態の3次元画像表示装置における偏向フィルム246によるビーム偏向走査の基本原理や作用は、上記第7の実施の形態（第68図）の場合と同様である。例えば第72図に示したように、ある1本の入射光線 $P_B\nu$ に着目すると、この光線は、矢印X2の方向に次々と移動する偏向セル $H_C(r,i)$ によって、角度方向 $\theta_1$ から $\theta_{60}$ へと偏向されながら反射される。この結果、観測者は、自己の視線方向に応じた異なる視点の2次元画像を観測することとなり、これらが3次元画像として認識される。

ところで、上記第7の実施の形態（第68図）では、LCD203を出た光は平行光束として偏向フィルム236に入射する。言い換えると、LCD203に

よって形成された2次元画像は、平面波にのって、平面をなす偏向フィルム236に到達するようになっている。これに対して、本実施の形態の3次元画像表示装置では、LCD203によって形成された2次元画像は、球面波にのって、円筒面をなす偏向フィルム246に達するようになっている。すなわち、拡散光束5を平行光束にするためのコリメータレンズ205（第68図）が不要である。したがって、装置構成に必要な部品点数を低減することができる。

また、本実施の形態では、反射型の偏向フィルム246を用いるので、観測者側に投射光学系を配置することができる。このため、透過型の偏向フィルム236を使用する上記第7の実施の形態（第68図）に比べて、実質的な装置設置スペースが小さくて済み、特に大画面が必要とされる映画館等に適用された場合に有利である。

なお、本実施の形態では、偏向フィルム246の一部を円筒面形状にしてこの部分を使用してビーム偏向走査を行うようにしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、第73図および第74図に示したように、円筒形をなす偏向スクリーン256の内面をすべて使用してビーム偏向走査を行うようにしたパノラマ型の3次元画像表示装置も実現可能である。ここで、第73図は、装置全体を俯瞰して表すものであり、第74図は、この装置の水平断面を表すものである。

この変形例では、円筒形の偏向スクリーン256の内面全体に円周方向に沿つて偏向領域Hrを連続的に切目なく縦長のストライプ状に形成する。円筒形の偏向スクリーン256は、それ全体が一方向に回転可能に構成されている。円筒形の偏向スクリーン256の中心部には、6枚の2次元画像を互いに独立して並列に形成して周囲に投射可能な投射光学系258が配設されている。投射光学系258は、例えば支柱257によって底面部259に固定されている。投射光学系258は、例えば第69図で示した光源部201、LCD203およびコンデンサレンズ204等からなる投射光学系を6組備えたものとして構成される。

本実施の形態では、円筒形の偏向スクリーン256の内周面を、例えば中心角がそれぞれ60度となるように6つの部分スクリーン面に等分し、これらの各部分スクリーン面に対して、投射光学系258の対応する部分から、対応する2次元画像を投射するように構成する。そして、2次元画像の投射タイミングに同期

して、偏向スクリーン 256 を矢印 X 3 の方向に一定速度で回転させる。この結果、第 72 図において説明したのと同じ原理により、各部分スクリーンごとに 3 次元画像が形成され、全体としてまとまった 3 次元画像が得られる。したがって、例えば円筒の中心付近にいる観測者 G 4 は、自分の周囲全体に 3 次元画像を見る 5 こととなり、極めて臨場感溢れる視体験をすることができる。したがって、本実施の形態の 3 次元画像表示装置を、例えば各種のテーマパーク等に導入すれば、人々を十分魅了し得るアトラクションが得られる。

なお、第 73 図に示した 3 次元画像表示装置において、円筒形の偏向スクリーン 256 の内周面のほか、円筒室の上部に天井面を設け、この天井の下面に偏向 10 スクリーンを配し、これを円筒形の偏向スクリーン 256 と一体に回転させると共に、この天井の偏向スクリーンに 2 次元画像を投射するようにしてもよい。

さらに、円筒室の床面側にも同様の偏向スクリーンを配し、この偏向スクリーンを円筒面の偏向スクリーン 256 と一体に回転させると共に、この床面の偏向 15 スクリーンに 2 次元画像を投射するようにしてもよい。但し、この場合には、観測者が回転しないようにする必要があるため、例えば、観測者が立つ部分の床面と回転する床面の部分とを分割するようにする。あるいは、床を二重構造として、観測者が立つ上部床を固定の透明床とし、その下の下部床に回転可能な偏向スクリーンを配するようにしてもよい。

#### [第 9 の実施の形態]

次に、本発明の第 9 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置について説明する。

第 75 図は、本発明の第 9 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の要部を表すものである。具体的には、この図は、例えば、第 57 図に示した 3 次元画像表示装置の偏向板 226 の代わりに用いられる偏向板 266 の断面構造を表すものである。但し、この図では、光線との錯綜を回避するため、断面部分への斜線の 25 図示を省略している。

第 75 図に示したように、偏向板 266 は、基材 267 と、この基材 267 上に、紙面と直交する方向に延びるように配列された多数のストライプ状の電極 268 と、電極 268 の配列を覆うように形成された絶縁性の変形層 269 とを含んで構成されている。基材 267 は透明な絶縁性材料で形成され、電極 268 は

I T O 等の透明導電材料で形成されている。変形層 269 は、常温でゴム状またはゲル状を呈する軟層であり、外力が加わることにより、容易に変形する性質を有する。この変形層 269 は、高い誘電率を有する材料で形成するのが好ましい。変形層 269 の表面には、各電極 268 に対向して配列されたストライプ状の対向電極 269a が形成されている。この対向電極 269a もまた、例えば I T O 等の透明導電材料で形成される。ここで、偏向板 266 が本発明における「偏向手段」に対応し、変形層 269 が本発明における「光透過性部材」に対応する。

次に、このような構造の偏向板 266 の作用を説明する。

非動作時においては、偏向板 266 の変形層 269 の表面はほぼ平坦になっている。ここで、いずれかの電極 268 と、それに対向する対向電極 269a とにに対して、互いに異なる極性の電位を与えると、その電極 268 と対向電極 269a とが互いに引き合って接近し、その部分の変形層 269 の膜厚が最も薄くなり、この部分から遠ざかるにつれて変形層 269 の厚さは徐々に厚くなる。一方、いずれかの電極 268 と、それに対向する対向電極 269a とに対して、同一電位を与えると、その電極 268 と対向電極 269a との間に斥力が生じ、その部分の変形層 269 の膜厚が最も厚く、この部分から遠ざかるにつれて変形層 269 の厚さは徐々に薄くなる。したがって、電極 268 と対向電極 269a とに加える電位を適切に制御することで、なだらかなシリンドリカル状の凹部 269b を形成することが可能である。この凹部 269b の差し渡し幅 W2 は、LCD 203 を透過してきた 60 ピクセル分の入射光線の合計幅に等しくなるように設定する。

ここで、電圧を印加する対象である電極 268 および対向電極 269a の対の位置を、例えば第 75 図の右から左の方向（矢印 X4 の方向）に変化させていくと、変形層 269 は、それに伴って順次変形し、凹部 269b が右から左へと移動していく。さらに、電圧を印加する電極対を 1 つだけではなく、凹部 269b の差し渡し幅 W2 に等しいピッチ p1 で複数の電極 268 に同時にマイナス電圧を印加すると、変形層 269 には、第 75 図および第 76 図に示したように、周期的に凹部 269b が生ずると共に、これらの凹部 269b が順次右から左へ波が進行するように移動していく。なお、第 76 図は、第 75 図の状態から、あ

る時間が経過した後の状態を表すものである。1つの凹部269bは、シリンドリカルな凹レンズと同等に作用することから、この凹部269bに入射する60ピクセル分の入射光線PBvは、すべて異なる方向に偏向される。凹部269bの凹面形状や変形層269の屈折率等を適切に設定することで、1つの凹部269bに入射した60本の入射光線PBvが角度方向θ1からθ60までの60の方向に偏向されることとなるようになることが可能である。

結局、偏向板266は、上記第6ないし第8の実施の形態（第57図、第68図、第69図）において使用した偏向板226、偏向フィルム246または偏向スクリーン256と同等の機能を有することになる。したがって、第6ないし第8の実施の形態における偏向板226、偏向フィルム246または偏向スクリーン256に代えて、第75図に示した偏向板266を用いることが可能である。

ところで、上記第6ないし第8の実施の形態のように、偏向手段をホログラムにより形成した場合には、偏向領域Hrは固定されたものとなるので、偏向領域Hrに入射された60本の光線の各々についての偏向角や、偏向領域Hrのサイズを自由に変更するのは不可能である。これに対し、第75図に示した偏向板266では、同時に駆動する電極268の数や印加電圧の大きさ等を変えることにより、偏向領域Hrに相当する凹部269bの差し渡し幅W2やその深さを変更することができるので、各光線についての偏向角や凹部269bのサイズを適宜変更することが可能である。

なお、本実施の形態では、対向電極269aがストライプ状に分割された電極であるとしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、対向電極を変形層269の全面を覆う单一膜体として形成し、これを複数の電極268に共通の対向電極となし、その電位を一定電位（例えば接地電位）に固定するようにしてもよい。但し、第75図に示したように対向電極を分割するようにした場合には、電極268および対向電極269aへの印加電圧の極性を電極ごとに変えることができ、この場合には、電極268および対向電極269aに互いに異なる極性の電位を与えたのちに両電極に同一極性の電位を与えて電極間が互いに反発するようにすることも可能である。したがって、よりアクティブな制御、すなわち、変形層269の変形を強制的に元に戻すような制御も可能となり、高速動作を実現できる。

さらには、印加電圧の波形を正弦波やのこぎり波等にすることにより、光の屈折方向を自在に制御することも可能である。例えば、変形層 269 を、曲面の位置および曲率が時間と共に変化するようなシリンドリカルレンズの集合体として機能させることも可能である。

5 また、第75図に示したように電極 268 および対向電極 269a の各長手方向（延在方向）が同一方向となるように配置するのではなく、両者の延在方向が互いに直交する、いわゆる単純マトリクス方式の配列としてもよい。この場合には、電極 268 および対向電極 269a の交点位置を逐一的に選択できるので、変形層 269 を点単位で変形させることができ、凹部 269b は球面またはそれ  
10 に近い形状となる。このため、制御の自由度が増大する。すなわち、水平方向のみならず、垂直方向にも屈折させることが可能である。

また、各電極 268 および対向電極 269a を、共に、ストライプ状ではなく点状（あるいは島状）に形成して、いわゆるアクティブマトリクス方式の配列とすれば、変形層 269 を点単位で変形させる場合の自由度がさらに増大する。し  
15 たがって、例えば、変形層 269 を、あたかも、曲面位置や曲率が変化する多数のマイクロレンズの集合体として機能させることも可能である。また、電荷による引力および斥力を自由に制御できるので、これらの電極の一方を、LCD駆動用の電極と併用することも可能である。

また、対向電極 269a に代えて電荷蓄積膜を形成し、これにコロナ放電等によって一方極性の電荷を与えて帯電させ、電極 268 に他方極性の電圧を印加するようにしてもよい。また、変形層 269 として液晶そのものを利用し、その流動性によって厚みをコントロールするようにしてもよい。

以上説明してきた第5ないし第9の実施の形態では、いずれもLCD203として透過型の液晶素子を使用しているが、本発明はこれに限定されず、例えば第  
25 77図に示したように、反射型液晶を使用して投射光学系を構成することも可能である。なお、この図で、上記の第35図等に示した要素と同一の部分には同一の符号を付している。

この投射光学系は、第35図における透過型のLCD203に代えて、反射型のLCD303と偏光ビームスプリッタ（以下、PBSという。）300とを含ん

で構成されている。PBS300は、入射する光のうち、s偏光成分を反射し、p偏光成分を透過する偏光分離面300aを有する。この投射光学系では、光源部201から入射する光のうち、s偏光成分のみが偏光分離面300aで反射されてLCD303に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受け  
5ると共に、反射される。変調対象となったピクセルで反射した光は、偏光方向が90度回転し、p偏光となって、PBS300の偏光分離面300aを透過し、コンデンサレンズ204に入射する。一方、変調対象とならなかったピクセルで反射した光は、偏光方向が変化せず、s偏光のままPBS300の偏光分離面300aに入射するので、そこで反射し、コンデンサレンズ204の方向には進ま  
10ない。

#### [第10の実施の形態]

次に、本発明の第10の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する。

以上説明してきた第5ないし第9の実施の形態およびそれらの変形例では、い  
15ずれも、LCD203等によって2次元画像を形成したのち、この2次元画像の投射方向を偏向手段によって偏向するようにしているが、本発明はこれに限定されず、偏向手段によって偏向された光を用いて2次元画像を形成してからその2次元画像をそのまま投射するように構成してもよい。以下、そのような構成例について説明する。

20 第78図は、本発明の第10の実施の形態に係る3次元画像表示装置の要部を表すものである。この3次元画像表示装置は、回転軸310aを中心として所定の回転角幅をもって回転振動する回転振動ミラー310と、回転振動ミラー310によって反射された光の進行方向に配置されたPBS311と、このPBS311の一面に近接または密接するように配置された反射型のLCD312と、PBS311における、LCD312が配置された面と対向する面に近接または密接するように配置されたレンチキュラー板313とを備えている。ここで、回転振動ミラー310が本発明における「偏向手段」に対応する。  
25

PBS311は、s偏光成分を反射し、p偏光成分を透過する偏光分離面311aを有する。LCD312としては、例えば反射型の強誘電液晶等が用いられ

る。レンチキュラー板 313 は、第 35 図におけるレンチキュラー板 207 と同様に、図の紙面と平行な方向に延びる微小な蒲鉾型レンズを集積配列したもので、PBS311 からの出射光を紙面と直交する方向に拡散させる機能を有する。

次に、このような構成の 3 次元画像表示装置の動作を説明する。

5 第 78 図に示したように、回転振動ミラー 310 が中間位置 ε2 にあるときには、入射光束の一部である光束 PI2 のみが LCD312 による 2 次元画像の形成に寄与する。この場合、光束 PI2 は PBS311 に垂直に入射するが、このうち s 偏光成分のみが偏光分離面 311a で反射されて LCD312 に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、反射される。LCD  
10 12 における変調対象となつたピクセルで反射した光は、偏光方向が 90 度回転し、p 偏光となって、PBS311 の偏光分離面 311a を透過し、レンチキュラー板 313 を介して、出射面の法面方向に出射される。一方、LCD312 における変調対象とならなかつたピクセルで反射した光は、偏光方向が変化せず、s 偏光のまま PBS311 の偏光分離面 311a に入射し、ここで反射され、  
15 レンチキュラー板 313 から出射されることはない。

また、第 79 図に示したように、回転振動ミラー 310 が PBS311 から最も遠ざかる位置 ε1 にあるときには、入射光束の一部である光束 PI1 のみが LCD312 による 2 次元画像の形成に寄与する。この場合、光束 PI1 は入射角 (-ϕ) をもつて PBS311 に入射したのち、s 偏向成分のみが偏光分離面 311a で反射されて LCD312 に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、反射される。LCD312 における変調対象となつたピクセルで反射した光は、PBS311 およびレンチキュラー板 313 を介して、出射面の法面に対して角度 (-δ) をなす方向に出射される。

また、第 79 図に示したように、回転振動ミラー 310 が PBS311 に最接近する位置 ε3 にあるときには、入射光束の一部である光束 PI3 のみが LCD312 による 2 次元画像の形成に寄与する。この場合、光束 PI3 は入射角 ϕ をもつて PBS311 に入射したのち、s 偏向成分のみが偏光分離面 311a で反射されて LCD312 に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、反射される。LCD312 における変調対象となつたピクセルで

反射した光は、PBS 311 およびレンチキュラー板 313 を介して、出射面の法面に対して角度  $\delta$  をなす方向に出射される。

結局、PBS 311 の出射面からは、回転振動ミラー 310 の回転振動に応じて、LCD 312 により形成された2次元画像が、 $(-\delta)$  から  $\delta$  までの出射角で 5 出射する。これにより、観測者 G5 は、PBS 311 の内部に3次元画像を観測することとなる。

なお、本実施の形態では、回転振動ミラー 310 での反射により偏向された光を LCD 312 に入射させるように構成したが、本発明はこれに限定されない。例えば、回転振動ミラー 310 に代えて、軸を中心として回転可能な柱状プリズム、または、例えば第 54 図に示したように、それぞれ回転軸 216a を中心として回転可能な複数の微小な回転プリズム 216b からなる偏向プリズムアレイ 216 を設け、この柱状プリズムまたは偏向プリズムアレイを透過する際の屈折作用により偏向された光を LCD 312 に入射させるようにしてもよい。ここで、回転振動ミラー 310 が本発明における「回動する反射体」に対応し、上記の柱状プリズムまたは偏向プリズムアレイ 216 が本発明における「回動する屈折体」に対応する。

また、例えば第 80 図に示したように、入射光を時間の経過に伴って順次異なる方向に反射することが可能な偏向反射ミラー アレイ 315 を設け、この偏向反射ミラー アレイ 315 によって偏向された光を LCD 312 に入射させるように 20 してもよい。以下、この図に示した変形例について簡単に説明する。

第 80 図は、本実施の形態の一変形例に係る3次元画像表示装置の概略の平面構成を表すものである。この図で、上記の第 78 図に示した要素と同一要素には同一符号を付し、適宜説明を省略する。この3次元画像表示装置は、平行光束を出射する光源部 314 と、光源部 314 からの出射光が入射される PBS 311 と、この PBS 311 における、光入射面と反対側の面に近接または密接するよ 25 うに配置された反射型の LCD 312 と、PBS 311 における、LCD 312 が配置された面と直交する一面に近接または密接するように配置された偏向反射ミラー アレイ 315 と、PBS 311 における、偏向反射ミラー アレイ 315 が配置された面と対向する面に近接または密接するように配置されたレンチキュラ

一板 313 とを備えている。ここで、偏向反射ミラー アレイ 315 が本発明における「偏向手段」に対応する。

PBS 311 は、s 偏光成分を反射し、p 偏光成分を透過する偏光分離面 311a を有する。偏向反射ミラー アレイ 315 は、例えば第 54 図に示した偏向プリズムアレイ 216 を構成する各回転プリズム 216b に偏光反射膜をコーティングしたものとして構成されるもので、入射する s 偏光を p 偏光に変換すると共に時間の経過に伴って順次異なる方向に反射するという、いわば偏光偏向走査を行うことが可能になっている。LCD 312 およびレンチキュラー板 313 の構成および機能は、上記の第 78 図、第 79 図の場合と同様である。

このような構成の 3 次元表示装置では、光源部 314 から PBS 311 に垂直に入射した平行光束のうち、p 偏光成分のみが偏光分離面 311a を透過して LCD 312 に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、垂直に反射される。LCD 312 における変調対象となつたピクセルで反射した光は、偏光方向が 90 度回転して s 偏光光となり、PBS 311 の偏光分離面 311a で反射して、偏向反射ミラー アレイ 315 に入射する。偏向反射ミラー アレイ 315 に入射した s 偏光光は、それを構成する回転プリズム 216b (第 80 図では図示せず) の偏光反射膜での反射によって p 偏光光に変換されると共に、回転プリズム 216b の回転に伴つて反射方向が順次異なるように反射され、これにより、水平方向の偏向が行われる。偏向反射ミラー アレイ 315 で反射された p 偏光光は、レンチキュラー板 313 を介して出射される。これにより、 $(-\delta)$  から  $\delta$  までの範囲の出射角をもつ光がレンチキュラー板 313 から出射する。すなわち、LCD 312 で形成された画像が、角度方向  $\theta_1 \sim \theta_{60}$  の方向に投射されることとなる。一方、LCD 312 における変調対象とならなかつたピクセルで反射した光は、偏光方向が変化せず、p 偏光光のまま偏光分離面 311a を透過するので、レンチキュラー板 314 から出射されることはない。

また、上記各変形例 (第 78 図、第 80 図) では、固定配置された光源と PBS との間に介在する偏向手段によって LCD への入射方向を偏向させるようにしているが、このほか例えば第 81 図に示したように、光源 320 自体を移動させることによって LCD 312 への入射光束を偏向させるようにすることも可能で

ある。以下、この図に示した変形例について説明する。

第81図は、本実施の形態の一変形例に係る3次元画像表示装置の概略の平面構成を表すものである。この図で、上記の第78図に示した要素と同一要素には同一符号を付し、適宜説明を省略する。この3次元画像表示装置は、半導体レーザや発光ダイオード等の光源320と、焦点距離が $f$ であるコリメータレンズ321と、PBS311と、LCD312と、レンチキュラー板313とを備えている。  
光源320は、コリメータレンズ321の焦点位置に配置されると共に、焦点面上において光軸322と直交する方向に一定振幅で振動するように構成されている。このときの振幅を $x$ とすると、レンズ321による偏向角は $x/(2f)$ となる。したがって、焦点距離 $f$ を十分小さくし、振幅 $x$ をできるだけ大きくすることによって、大きな偏向角を得ることが可能である。ここで、光源320が本発明における「往復移動する光源」に対応し、コリメータレンズ321が本発明における「光学系」に対応する。

また、例えば第82図に示したように、時間と共に光の放射方向が変化するような指向性偏向発光パネル330を光源として使用するようにしてもよい。以下、この図に示した変形例について簡単に説明する。

第82図は、本実施の形態の一変形例に係る3次元画像表示装置の概略の平面構成を表すものである。この図で、上記の第78図に示した要素と同一要素には同一符号を付し、適宜説明を省略する。この3次元画像表示装置は、指向性偏向発光パネル330と、PBS311と、LCD312と、レンチキュラー板313とを備えている。指向性偏向発光パネル330は、例えば第83図に示したように、それぞれが回転軸331を中心として回転可能に配置された複数の微小な回動部材332と、各回動部材332の表面に配設された複数の指向性発光体333とを有している。なお、第83図は指向性偏向発光パネル330を斜め上方から俯瞰した状態を表すものである。各回動部材332は、等しい回転速度で同期して同一方向に回転するようになっている。指向性発光体333は、例えば、指向性の高い発光ダイオード(LED)や半導体レーザ等で構成される。1つの指向性発光体333は、R, G, B色光用の3つの発光体で構成されている。ここで、指向性偏向発光パネル330が本発明における「2次元画像形成手段によ

り形成される2次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源」に対応する。

このような構成の3次元画像表示装置では、指向性偏向発光パネル330からの光の放射方向は時間の経過と共に変化し、LCD312への入射光の入射方向5が偏向される。これに対応して、LCD312により形成されレンチキュラー板313から出射される画像の投射方向も変化することとなる。

本変形例の3次元画像表示装置によれば、光源自身が偏向手段をも兼ね備えているため、装置構成がコンパクトになるという利点がある。

なお、第83図に示した指向性発光体を、それぞれ独立したピクセルとし、これら10のピクセルを独立に時間的に変調するように構成することにより、PBSやLCDを用いなくとも、表示が可能となる。指向性発光体であるピクセルをダイレクトに駆動することから、PBSによる検波（検光）が不要となるからである。この構成は、特に、数メートル×数メートルという大型サイズの画面に適している。この場合、偏向方向を、偏向板の表面側（0度～180度の偏向方向）のみ15ならず裏面側（180度～360度の偏向方向）にまで拡張させた構成とすれば、全方位（0～360度）への画像投射が可能となり、平面によらない映像をつくり出すことができる。

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記第5ないし第2010の実施の形態およびそれらの変形例では、ビーム偏向走査を横方向（水平方向）にのみ行うものとしたが、本発明はこれに限定されず、横方向のみならず、縦方向にもビーム偏向走査を行うようにすれば、縦方向の3次元表示も可能である。この場合には、観測者は視点を左右上下方向に移動させることによって、物体の側面のみならず上下面までも見ることができることになり、極めてリアルな25立体画像表示が可能となる。

また、上記第6ないし第8の実施の形態では、ホログラムを利用して偏向板226等を構成するようにしたが、本発明はこれに限定されず、例えば第84図に示したように、ブレーズドプリズム状のリニアフレネルレンズを用いて構成した偏向板226'を用いるようにしてもよい。なお、この第84図は、偏向板22

6' の水平方向の断面を表したものである。この偏向板 226' は、どの位置で切っても水平方向の断面がすべて同一形状であるように形成された帯状のフレネルレンズであり、60ピクセル分の光が入射されることとなる同一形状の偏向領域H<sub>r</sub>を繰り返し形成して構成されている。入射された各ピクセルからの光は、  
5 それぞれ異なる方向（角度方向θ<sub>1</sub>～θ<sub>60</sub>）に屈折（偏向）されて出射することとなる。

なお、各実施の形態において用いたLCDのピクセル数は、あくまで一例を示したものであり、適宜変更可能である。例えば、第5の実施の形態では、LCD 203の水平方向のピクセル数を600としたが、これと異なる数であってもよい。また、例えば1つの偏向領域H<sub>r</sub>に含まれる偏向セルH<sub>C(r,i)</sub>の数、すなわち、1つの偏向領域H<sub>r</sub>によって偏向可能な方向の数は、60には限定されず、これと異なる数であってもよい。また、各偏向方向の角度間隔は1度には限られず、他の値としてもよい。

また、上記各実施の形態では、2次元画像形成素子として、補助光としてのバックライトや照明光を必要とする受動的素子である液晶表示素子を用いることとしたが、本発明はこれに限定されず、反射型液晶を使用して投射光学系を構成する場合（第77図、第78図、第80図、第81図および第82図の場合）を除き、自ら光を発することで画像を表示可能な能動的表示素子、例えばPD（プラズマディスプレイ）素子やEL（エレクトロ・ルミネセンス）素子、さらには、  
15 FED(Field Emission Display)素子等を用いるようにしてもよい。なお、このFEDとは、多數の微細な電子源を陰極としてアレイ上に配列すると共に、各陰極に高電圧を印加することにより各陰極から電子を引き出し、これらの電子を陽極に塗布した蛍光体に衝突させて発光させるようにしたものである。

#### [第11の実施の形態]

25 次に、本発明の第11の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する。

第85図は、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略の構成を示したものである。この3次元画像表示装置は、円筒形の偏向スクリーン401と、この偏向スクリーン401の中心部に配置された投射部402とを備えている。後で

詳しく説明するが、偏向スクリーン401の内周面は、光が入射する位置に応じて異なる方向に向けて光を反射する反射面になっている。第8の実施の形態とは異なり、偏向スクリーン401は固定されている。偏向スクリーン401の内周面は、仮想的に、周方向に沿って等間隔に6つの領域に分割されている。投射部  
5 402は、例えば支柱403によって底面部404に固設されている。

投射部402は、偏向スクリーン401の6つの領域に向けて6本のレーザ光を出射すると共に、各レーザ光を偏向スクリーン401の周方向（以下、主走査方向という。）および偏向スクリーン401の上下方向（以下、副走査方向という。）に移動させて、各レーザ光によって各領域を走査するようになっている。より詳しく説明すると、レーザ光は、例えば、偏向スクリーン401の1つの領域における左端から右端まで移動する。この間、レーザ光は、わずかに、下方向にも移動する。従って、レーザ光の軌跡は、水平方向に対してわずかに角度を持ったものとなる。レーザ光は、偏向スクリーン401の1つの領域における右端に達すると、左端に戻り、再び右端まで移動する。  
10

本実施の形態に係る3次元画像表示装置では、偏向スクリーン401の内側に3次元画像が形成される。観測者G4は、偏向スクリーン401の内側にいることにより、この3次元画像を見ることができる。  
15

第86図は、投射部402の一部を示す斜視図である。投射部402は、ポリゴンミラー411を備えている。ポリゴンミラー411は、正六角柱形状の回転体と、この回転体を回転させる図示しないモータとを有している。回転体の6つの側面にはそれぞれ反射面が形成されている。  
20

投射部402は、更に、ポリゴンミラー411の反射面に向けてレーザ光を出射する光源部412と、この光源部412とポリゴンミラー411との間に配置されたビームスプリッタ413と、このビームスプリッタ413の側方に配置された光検出器414とを備えている。  
25

光源部412は、図示しないが、赤、緑、青の各色のレーザ光を出射する3つの半導体レーザ（以下、LDと記す。）と、各LDより出射された光を合成して同一方向に向けて出射する光学系とを有している。光源部412より出射された光は、ビームスプリッタ413を通過して、ポリゴンミラー411の1つの反射面

で反射されるようになっている。

投射部 402 は、更に、光源部 412 より出射され、ポリゴンミラー 411 で反射された光の進行方向に配置されたガルバノミラー 415 を備えている。このガルバノミラー 415 は、平板状のミラーと、このミラーを、ミラーの面に沿つた軸を中心にして往復回転運動するように駆動する図示しない駆動部とを有している。  
5

光源部 412 より出射され、ポリゴンミラー 411 およびガルバノミラー 415 で反射された光は、更に、図示しないミラーで反射されて偏向スクリーン 401 の 1 つの領域に向けて投射される。この光は、ポリゴンミラー 411 によって  
10 主走査方向 416 に移動され、ガルバノミラー 415 によって副走査方向 417 に移動される。

偏向スクリーン 401 に照射され、この偏向スクリーン 401 で反射されて、  
投射部 402 に戻ってきた光は、ガルバノミラー 415、ポリゴンミラー 411 で順に反射され、ビームスプリッタ 413 で反射され、光検出器 414 に入射し、  
15 この光検出器 414 によって検出されるようになっている。

本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置では、第 86 図に示した光源部 412、  
ビームスプリッタ 413、光検出器 414 およびガルバノミラー 415 を、6 組備えている。各組の光源部 412 より出射される光は、それぞれポリゴンミラー  
411 の異なる面に入射して反射され、異なるガルバノミラー 415 で反射され  
20 て、偏向スクリーン 401 の 6 つの領域に向けて投射される。

次に、第 87 図を参照して、偏向スクリーン 401 の内周面の構成について説明する。偏向スクリーン 401 の内周面には、周方向について一定の間隔で配置されたクロック領域 421 およびアドレス・サーボ領域 422 が設けられている。  
偏向スクリーン 401 の内周面において、これらクロック領域 421 およびアド  
25 レス・サーボ領域 422 を除いた残りの部分には、偏向領域 423 が設けられて  
いる。

クロック領域 421 には、装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録されている。具体的には、クロック領域 421 には、例えば、一定の幅の反射部 424 と非反射部 425 が主走査方向（偏向スクリーン 401 の周方向）に沿

って交互に配置されたパターンが形成されている。このパターンは、副走査方向（偏向スクリーン401の上下方向）について、走査線の数だけ、配置されている。なお、非反射部425における反射率は、反射部424における反射光の光量と非反射部425における反射光の光量とを識別できる程度に小さければよい。

- 5 また、第87図では、反射部424を長円形状としているが、反射部424は、副走査方向に延びる帯状に形成してもよい。

アドレス・サーボ領域422には、偏向スクリーン401に対する光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録されている。具体的には、アドレス・サーボ領域422には、偏向スクリーン401上の位置を表す、例えば16ビットのアドレスが記録される。アドレス・サーボ領域422は、16ビットのアドレスのうちの4ビットずつが記録された4つの領域と、パリティデータが記録された1つの領域とを有している。これらの領域には、それぞれ、例えば図に示したように、反射部426と非反射部427の配置のパターンによって決められた16進数のデータ（0～F）が記録される。なお、非反射部427における反射率は、反射部426における反射光の光量と非反射部427における反射光の光量とを識別できる程度に小さければよい。

アドレス・サーボ領域422における反射部426の形状は、側方から見ると、前面に向けて円弧状に突出した形状になっている。従って、投射部402からの光は、反射部426における上下方向の中央部に入射すると、入射方向と反対の方向に向けて反射されるが、反射部426における上下方向の中央部からはずれた位置に入射すると、入射方向と反対の方向に対して角度を持った方向に向けて反射される。この角度は、光の入射位置が上下方向の中央部から上にずれるか下にずれるかによって、正負の極性を持つ。また、この角度の絶対値は、上下方向の中央部からのずれ量が大きくなるほど、大きくなる。従って、投射部402における光検出部414によって、戻り光の位置に応じた信号を検出することにより、光の入射位置を反射部426における上下方向の中央部に位置決めするためのサーボ情報を生成することができる。戻り光の位置に応じた信号を検出するための光検出部414としては、例えば、受光領域が2分割された光検出器を用いることができる。

なお、偏向スクリーン 401 の内周面に照射される光は、クロック領域 421、アドレス・サーボ領域 422 および偏向領域 423 を横切るように移動する。ただし、前述のように、光の軌跡は、水平方向に対してわずかに角度を持ったものとなる。そのため、離散的に配置される複数のアドレス・サーボ領域 422 に存在する、同一の走査線に対応するアドレスを表す複数のパターンは、光の軌跡に対応して上下方向にずれた位置に配置されている。

次に、第 88 図を参照して、偏向領域 423 の構成について説明する。第 88 図は、偏向領域 423 の一部を拡大して示す斜視図である。偏向領域 423 には、縦長の帯状の反射部 428 と、縦長の帯状の非反射部 429 とが交互に配置されている。ここで、反射部 428 のピッチは、偏向スクリーン 401 に投射される 2 次元画像の水平方向の画素のピッチに対応する。非反射部 429 の反射率は、できるだけ小さい方が好ましい。反射部 428 の表面は、中心軸が上下方向に延びる円筒の一部をなす円筒面になっている。

第 89 図は、反射部 428 の一部を拡大して示す斜視図である。投射部 402 からの光は、反射部 428 における左右方向の中央部に接する仮想的な平面に対して垂直に入射する。従って、投射部 402 からの光は、反射部 428 における左右方向の中央部に入射すると、入射方向と反対の方向に向けて反射されるが、反射部 428 における左右方向の中央部から、法線方向が  $\theta_a$  だけずれた位置に入射すると、入射方向と反対の方向に対して角度  $2 \times \theta_a$  を持った方向に向けて反射される。例えば、第 89 図に示したように、反射部 428 における左右方向の中央部から、法線方向が 30 度だけ離れた位置に入射した光は、入射方向と反対の方向に対して 60 度の角度を持った方向に向けて反射される。このような形状の反射部 428 を横切るように、投射部 402 からの光が移動すると、反射部 428 による反射光は、順次その方向が変化するよう偏向される。

また、第 89 図に示したように、反射部 428 の表面には、側方から見ると前面に向けて円弧状に突出した形状となる凸部が、上下方向に沿って周期的に形成されている。これにより、反射部 428 に入射した光は、上下方向に所定の角度で拡散されるようになっている。

本実施の形態では、偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 に照射する光を変

- 調することによって、複数の2次元画像を異なる方向に投射して、3次元画像を形成する。ここで、例えば、角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に投射される60個の2次元静止画像によって、1つの3次元静止画像を形成するものとする。この場合には、  
5 投射部402からの光が偏向領域423の1つの反射部428を通過する際に、反射光が各角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に投射されるタイミングに合わせて、各角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に対応した2次元画像の1画素の情報に基づいて光の強度を制御する。従って、投射部402からの光による1回の走査が終了すると、 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ の60個の角度方向に60個の2次元静止画像が投射され、これらにより、1つの3次元静止画像が形成される。  
10 ここで、例えば、2次元画像の画素数を、横640画素、縦480画素とし、10ビットのデータで中間調を実現するものとし、1秒間に60個の3次元静止画像を形成して3次元動画像の表示を行うものとすると、偏向スクリーン401に照射する光の変調周波数は、以下の式で与えられる値以上が必要になる。

$$\begin{aligned} & 640 \text{ (画素)} \times 480 \text{ (画素)} \times 60 \text{ (角度方向)} \times 10 \text{ (ビット)} \times 60 \\ 15 & \approx 11 \text{ GHz} \end{aligned}$$

この周波数は、半導体レーザで変調可能な周波数である。なお、空間インターレース等の手段を用いて間引いて表示を行うことにより、変調周波数を下げてもよい。

- 第90図は、偏向領域423の構成の他の例を示したものである。この例では、  
20 偏向領域423は、主走査方向および副走査方向に規則正しく配列された複数の反射部430を有している。反射部430の表面は、前面に向けて突出する球面状に形成されている。偏向領域423における反射部430以外の部分は、非反射部431になっている。反射部430の位置は、偏向スクリーン401に投射される2次元画像の画素の位置に対応する。第90図に示した構成の偏向領域423によっても、反射光を偏向させ、且つ上下方向に拡散させることができる。

次に、第91図のブロック図を参照して、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の回路構成について説明する。本実施の形態に係る3次元画像表示装置は、各角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に対応した2次元画像のビデオデータを入力し、各画素ごとに各角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に対応したデータが順に出力されるようにデータを

並べ替える等の処理を行うビデオデータ処理回路 441 と、このビデオデータ処理回路 441 より出力されるデータに基づいて、光源部 412 から出射される光が変調されるように、光源部 412 の LD を駆動する LD 駆動回路 442 とを備えている。

5 3 次元画像表示装置は、更に、光検出器 414 の出力信号を入力して、総受光量に対応した信号と光の照射位置のずれ量を表す位置ずれ信号とを検出し、出力する信号検出回路 443 と、この信号検出回路 443 の出力信号に基づいて、位置情報および外部クロックを検出する位置情報・クロック検出回路 444 とを備えている。なお、位置情報は、アドレス情報とサーボ情報とを含んでいる。

10 3 次元画像表示装置は、更に、信号検出回路 443 から出力される総受光量に対応した信号を入力して戻り光の光強度をサンプリングし、サンプリングした光強度に基づいて、光源部 412 から出射される光の光量が一定になるように LD 駆動回路 442 を制御するオートゲインコントロール（以下、AGC と記す。）回路 449 を備えている。

15 3 次元画像表示装置は、更に、ポリゴンミラー 411 を駆動するポリゴンミラー駆動回路 446 と、ガルバノミラー 415 を駆動するガルバノミラー駆動回路 447 と、システムクロック生成回路 445 とを備えている。システムクロック生成回路 445 は、位相同期化ループ（以下、PLL と記す。）回路を有し、この PLL 回路を用いて、位置情報・クロック検出回路 444 によって検出された外部クロックに同期するように、システムクロックを生成し、出力するようになっている。ビデオデータ処理回路 441、ポリゴンミラー駆動回路 446、ガルバノミラー駆動回路 447 および AGC 回路 449 は、システムクロック生成回路 445 によって生成されたシステムクロックに基づいて動作するようになっている。

25 3 次元画像表示装置は、更に、ビデオデータ処理回路 441、ポリゴンミラー駆動回路 446 およびガルバノミラー駆動回路 447 を制御する制御部 448 を備えている。この制御部 448 には、位置情報・クロック検出回路 444 によって検出された位置情報、すなわちアドレス情報とサーボ情報が入力されるようになっている。制御部 448 は、アドレス情報に基づいて、偏向スクリーン 401

上の光の照射位置を把握し、所望の位置に、所望の情報を担持した光が照射されるように、ビデオデータ処理回路 441、ポリゴンミラー駆動回路 446 およびガルバノミラー駆動回路 447 を制御するようになっている。また、制御部 448 は、サーボ情報に基づいて、ポリゴンミラー駆動回路 446 およびガルバノミラー駆動回路 447 を制御して、偏向スクリーン 401 上の光の照射位置のずれを補正するようになっている。

ここで、第 92 図および第 93 図を参照して、偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 における反射部 428 が光を偏向する角度範囲と、3 次元画像が形成される領域との関係について説明する。第 92 図では、偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 における反射部 428 が 60 度の角度範囲で光を偏向する場合に 3 次元画像が形成される領域を、符号 451 で示している。第 93 図では、偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 における反射部 428 が 30 度の角度範囲で光を偏向する場合に 3 次元画像が形成される領域を、符号 452 で示している。なお、領域 451、452 は、偏向スクリーン 401 の複数の位置における偏向範囲が重なる領域となる。

第 92 図および第 93 図から分かるように、偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 における反射部 428 が光を偏向する角度範囲が大きいほど、3 次元画像が形成される領域が大きくなる。

第 94 図は、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の変形例を示したものである。この変形例では、第 85 図に示した円筒形の偏向スクリーン 401 の代りに、ドーム状の偏向スクリーン 461 を設けている。また、本例では、偏向スクリーン 461 の中心部の下方に、昇降可能な昇降台 462 が設けられている。この昇降台 462 の上には、観測者を収容する観測室 463 が設けられている。観測室 463 の上方には、投射部 402 が設けられている。上下方向についての投射部 402 による走査範囲は、例えば、水平方向を中心とした 60 度の角度範囲である。

偏向スクリーン 461 の構成は、基本的には、偏向スクリーン 401 と同様である。ただし、本例では、偏向スクリーン 461 の上下方向の位置によって、上下方向について光の反射方向の中心と拡散範囲とを変えている。上下方向につい

て光の反射方向の中心は、偏向スクリーン 461 の各位置から観測室 463 の中心に向かう方向である。光の拡散範囲は、観測室 463 が含まれるような範囲である。具体的には、例えば、図に示したように、投射部 402 による走査範囲の上端の位置における拡散範囲は 15 度であり、走査範囲の上下方向の中央の位置 5 における拡散範囲は 13 度であり、走査範囲の下端の位置における拡散範囲は 1 度である。

次に、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の作用について説明する。第 8 6 図に示したように、投射部 402 の光源部 412 は、投射方向の異なる 60 個の 2 次元画像の情報に基づいて変調された光を出射する。この光は、ポリゴンミ 10 ラー 411 およびガルバノミラー 415 で反射されて、偏向スクリーン 401 に投射される。この光は、ポリゴンミラー 411 によって主走査方向 416 に移動され、ガルバノミラー 415 によって副走査方向 417 に移動される。

偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 に照射された光は、反射部 428 における入射位置に応じて異なる方向に向けて反射される。投射部 402 からの光に 15 よる 1 回の走査が終了すると、 $\theta_1 \sim \theta_{60}$  の 60 個の角度方向に 60 個の 2 次元静止画像が投射され、これらにより、1 つの 3 次元静止画像が形成される。

また、偏向スクリーン 401 に照射された光が、偏向スクリーン 401 のクロック領域 421 を通過する際には、反射部 424 で反射された光が投射部 402 に戻ってくる。この戻り光は、光検出器 414 によって検出される。

20 また、偏向スクリーン 401 に照射された光が、偏向スクリーン 401 の偏向領域 423 を通過する際には、光が反射部 428 における左右方向の中央部に入射したときにのみ、反射部 428 で反射された光、すなわち  $\theta_{30}$  の方向の光が投射部 402 に戻ってくる。この戻り光は、光検出器 414 によって検出される。

25 第 91 図に示した位置情報・クロック検出回路 444 は、光がクロック領域 421 を通過する際および偏向領域 423 を通過する際における光検出器 414 の出力信号に基づいて外部クロックを検出する。そして、この外部クロックに基づいて、システムクロック生成回路 445 によって、システムクロックが生成される。なお、外部クロックは、光検出器 414 の出力信号のうちの、総受光量に対応した信号に基づいて検出される。

また、偏向スクリーン 401 に照射された光が偏向スクリーン 401 のアドレス・サーボ領域 422 を通過する際には、光検出器 414 の出力信号に基づいて、位置情報・クロック検出回路 444 によって、アドレス情報とサーボ情報とを含む位置情報が検出される。なお、アドレス情報は、光検出器 414 の出力信号のうちの、総受光量に対応した信号に基づいて検出され、サーボ情報は、光検出器 414 の出力信号のうちの、光の照射位置のずれ量を表す位置ずれ信号に基づいて検出される。  
5

第 91 図に示した制御部 448 は、アドレス情報に基づいて、偏向スクリーン 401 上の光の照射位置を把握し、所望の位置に、所望の情報を担持した光が照射されるように、ビデオデータ処理回路 441、ポリゴンミラー駆動回路 446 およびガルバノミラー駆動回路 447 を制御する。また、制御部 448 は、サーボ情報に基づいて、ポリゴンミラー駆動回路 446 およびガルバノミラー駆動回路 447 を制御して、偏向スクリーン 401 上の光の照射位置のずれを補正する。

以上説明したように、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置によれば、第 8  
15 の実施の形態のように偏向スクリーン 401 を移動させる必要がないので、設備が簡単になる。

また、本実施の形態では、偏向スクリーン 401 上にアドレス・サーボ領域 422 を設けたので、光の照射位置を正確に制御することができ、これにより、精度よく 3 次元画像を形成することが可能となる。

20 また、本実施の形態では、偏向スクリーン 401 上にクロック領域 421 を設けたので、装置全体を同期させて制御することができる。

また、本実施の形態では、A G C 回路 449 によって、戻り光の光強度をサンプリングして、サンプリングした光強度に基づいて、光源部 412 から出射される光の光量が一定になるように L D 駆動回路 442 を制御するようにしている。  
25 従って、本実施の形態によれば、偏向スクリーン 401 における反射率のむらや、温度による光源部 412 の L D の出力の変動や、経年変化による光源部 412 の L D の出力の変動や偏向スクリーン 401 の反射率の変化を補正でき、常に均質な映像を観測者に提供することが可能となる。

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 8 の実施の形態と

同様である。

なお、第8の実施の形態において、第69図に示した偏向フィルム246や第73図に示した偏向スクリーン256に、クロック領域421やアドレス・サボ領域422を設けると共に、本実施の形態と同様に戻り光を検出する手段を設けてもよい。更に、第8の実施の形態において、本実施の形態と同様に、偏向フィルム246や偏向スクリーン256からのθ30の方向の戻り光を検出して、外部クロックを検出するようにしてもよい。これらのことにより、第8の実施の形態においても、本実施の形態と同様の効果が得られるようになる。

#### [第12の実施の形態]

次に、本発明の第12の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する。

第95図は、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略の構成を示したものである。この3次元画像表示装置は、第21図におけるLCDパネル61と同様のLCDパネル561を備えている。このLCDパネル561は、第21図におけるLCD60と同様の複数のLCD560を含んでいる。なお、本実施の形態では、第2の実施の形態とは異なり、LCDパネル561の背後に拡散プレートと光源部は設けられていない。

3次元画像表示装置は、更に、第21図における3次元表示スクリーン63の位置に配置された点光源アレイ563を備えている。この点光源アレイ563には、第21図におけるピンホール素子62の位置に配置された複数の指向性点光源素子562が設けられている。指向性点光源素子562は、対応するLCD560に対して、1点から拡散する光が照射されるように、指向性を有する光を射するようになっている。また、点光源アレイ563は、任意の指向性点光源素子562を選択的に発光させることができるようにになっている。指向性点光源素子562としては、例えば、高輝度LEDを用いることができる。

次に、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の作用について説明する。LCDパネル561の動作は、第21図におけるLCDパネル61と同様である。本実施の形態では、LCDパネル561の各LCD560が2次元画像を形成するタイミングに合わせて、LCD560に対応した指向性点光源素子562が選択

的に発光させられる。指向性点光源素子 562 より出射された光は、対応する LCD 560 を通過して空間的に変調されて、空間に投射される。LCD パネル 561 における点光源アレイ 563 とは反対側には、各 LCD 560 を通過した光によって、3 次元画像が形成される。観測者 Q は、LCD パネル 561 における点光源アレイ 563 とは反対側から、この3次元画像を観測することができる。

本実施の形態によれば、第 2 の実施の形態に比べて、光源から出射される光を有効に利用することができ、明るい3次元画像を表示することが可能となる。

また、本実施の形態によれば、複数の LCD 560 を含む LCD パネル 561 と、複数の指向性点光源素子 562 を含む点光源アレイ 563 とを備えた比較的簡単な構成で3次元表示を実現することができる。

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 2 の実施の形態と同様である。

#### [第 13 の実施の形態]

次に、本発明の第 13 の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する。

第 96 図は、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略の構成を示したものである。この3次元画像表示装置は、第 30 図におけるピクチャ LCD 大パネル 80 と同様のピクチャ LCD 大パネル 580 を備えている。なお、本実施の形態では、第 4 の実施の形態とは異なり、ピクチャ LCD 大パネル 580 の背後に拡散プレートと光源部は設けられていない。また、ピクチャ LCD 大パネル 580 の端面にはマイクロレンズは設けられていない。

3 次元画像表示装置は、更に、第 30 図におけるピンホール LCD 集合パネル 81 の位置に配置された指向性点光源集合パネル 581 を備えている。この指向性点光源集合パネル 581 は、第 30 図におけるピンホール画素 P X の位置に配置された複数の指向性点光源部 571 を有している。指向性点光源部 571 は、対応する部分画像表示領域 S P に対して、1 点から拡散する光が照射されるよう、指向性を有する光を出射するようになっている。また、指向性点光源集合パネル 581 は、任意の指向性点光源部 571 を選択的に発光させることができるようになっている。指向性点光源集合パネル 581 としては、例えば、指向性点

光源部 571 として高輝度 LED を用いたものや、プラズマディスプレイや、バックライト付きの液晶パネルを用いることができる。

次に、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の作用について説明する。ピクチャ LCD 大パネル 580 の動作は、第 30 図におけるピクチャ LCD 大パネル 580 と同様である。本実施の形態では、ピクチャ LCD 大パネル 580 の複数の部分画像表示領域 SP に部分静止画が形成されるタイミングに合わせて、部分画像表示領域 SP に対応した指向性点光源部 571 が選択的に発光させられる。指向性点光源部 571 より出射された光は、対応する部分画像表示領域 SP を通過して空間的に変調されて、空間に投射される。ピクチャ LCD 大パネル 580 における指向性点光源集合パネル 581 とは反対側には、各部分画像表示領域 SP を通過した光によって、3 次元画像が形成される。観測者 Q は、ピクチャ LCD 大パネル 580 における指向性点光源集合パネル 581 とは反対側から、この 3 次元画像を観測することができる。

本実施の形態によれば、第 4 の実施の形態に比べて、光源から出射される光を有効に利用することができ、明るい 3 次元画像を表示することが可能となる。

また、本実施の形態によれば、ピクチャ LCD 大パネル 580 と指向性点光源集合パネル 581 を備えた比較的簡単な構成で 3 次元表示を実現することができる。

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 4 の実施の形態と同様である。

以上説明したように、第 1 の発明の 3 次元画像表示装置によれば、2 次元画像形成手段における複数の画素の駆動によって形成された 2 次元画像を基に空間に 3 次元画像を形成するようにしたので、2 次元画像形成手段によって形成される 2 次元画像の内容を簡単に変えることができ、これにより、空間に表示される 3 次元画像の内容をも簡単に変えることができるという効果を奏する。したがって、その変更のタイミングを高速化すれば、動画の立体表示も実現可能になるという効果がある。また、専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、真の意味での立体表示が可能になるという効果を奏する。

特に、第 1 の発明の第 1 の態様または第 2 の態様の 3 次元画像表示装置によれ

ば、複数の画素の駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像形成素子を複数設けると共に、これらの各2次元画像形成素子に対向させて、対応する2次元画像形成素子からの出射光を空間中に拡散させて出射可能な光拡散素子、または、対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微  
5 小開口部を設け、各光拡散素子または微小開口部から出射した光が表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像形成素子の表示動作を制御するようにしたので、2次元画像形成素子と光拡散素子または微小開口部との組み合わせという比較的簡単な構成で3次元表示を実現できるという効果を奏する。

10 また、第1の発明の第3の態様の3次元画像表示装置によれば、画素の駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示パネルを設けると共に、この2次元画像表示パネルに対向して、2次元画像表示パネルの各画素からの出射光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイを設け、各光開閉セルが順次開状態となるように光開閉セルアレイを走査制御すると共に、この走査に同期して2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲を順次移動させるように制御し、順次移動していく画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成するようにしたので、ピンホールとして機能する光開閉セルを互いに近接して配置することが可能となる。このため、表示される3次元画像の角度分解能が向上し、画品位がよ  
15 くなるという効果を奏する。

また、第3の態様の3次元画像表示装置によれば、2次元画像表示パネルと光開閉セルアレイとを有する単位ユニットを複数配列し、これらの複数の単位ユニットの各光開閉セルアレイを並列に走査して互いに対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように制御すると共に、複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して複数の単位ユニットの各2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が並列に（一斉に）移動するように制御し、これにより、各画像表示範囲の各画素からの出射光が対応する光開閉セルアレイにおける開状態の光開閉セルを通過して表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成す  
20  
25

ることとなるようにすることにより、表示画像の解像度、角度分解能、および動画としての自然さ等、いずれの点においても鑑賞に耐えうる品質の3次元動画を提供することができるという効果を奏する。

また、第1の発明の第4の態様の3次元画像表示装置によれば、2次元画像形成手段により形成された時間的に変化する2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して変化することとなるように、2次元画像の投射方向を偏向するようにしたので、様々な方向に投射された2次元画像を時々刻々観測する者は、その眼の残像現象によって、空間に3次元画像を合成して立体画像として観測することができるという効果を奏する。

この場合、特に、偏向手段を、電界方向に沿って液晶分子が整列し電界方向にのみ光を透過させるように機能する透過方向可変型の液晶素子を利用して構成した場合には、機械的可動機構を含まず、偏向制御や保守が容易であるという効果を奏する。

また、第4の態様の3次元画像表示装置では、3次元画像形成手段が、さらに、2次元画像投射方向を偏向手段による偏向方向と異なる方向に拡散させるための拡散手段を備えるようにした場合には、見る者が、偏向手段による偏向方向と異なる方向に視点を移動させた場合においても3次元画像を見る能够であるという効果を奏する。

また、第4の態様の3次元画像表示装置では、画像形成制御手段が、偏向手段によって偏向される2次元画像の投射方向に応じて、その偏向方向における2次元画像の倍率を変化させるように画像形成動作を制御するようにした場合には、見る者にとって、どの方向から見ても、正しい縦横比の3次元画像を見る能够であるという効果を奏する。

また、第4の態様の3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段が、さらに、符号化された2次元画像データを受信する受信手段と、受信手段によって受信された2次元画像データを復号化する復号化手段とを含むようにした場合には、3次元表示に必要な膨大な2次元画像データを符号化された状態で受信することができ、画像データを記録する記録媒体の記録領域の消費量を低減できると共に、実質的なデータ伝送の高速化を図ることができるという効果を奏する。

また、この場合、特に、時間的に異なる2次元静止画データの集合を動画像とみなして圧縮符号化するようにした場合には、一般的な動画像圧縮技術を適用することができるという効果を奏する。

また、第4の態様の3次元画像表示装置では、入射される光を、その入射位置5に対応した方向に偏向させることができ可能なホログラムを利用して偏向手段を構成するようにした場合には、偏向手段を複製によって製作することが可能であり、量産性に富むという効果を奏する。

この場合、特に、ホログラムを形成したフィルム状部材を光の入射方向と異なる一つの方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるようにした場合10には、偏向動作に必要なフィルム状部材の移動機構を比較的容易に構成することができるという効果を奏する。

また、第4の態様の3次元画像表示装置では、印加される信号電圧に応じて局所的に厚みが変化して表面に凹凸を生ずる光透過性部材を利用して偏向手段を構成するようにした場合には、信号電圧の設定を変えるだけで、偏向の状態や条件15を比較的簡単に変更することができるという効果を奏する。

また、第4の態様の3次元画像表示装置では、偏向手段が、2次元画像形成手段により形成される2次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源を含むものである場合には、装置がコンパクトになるという効果を奏する。

20 また、第1の発明の第5の態様の3次元画像表示装置によれば、複数の2次元画像形成素子と複数の点光源を備えた比較的簡単な構成で3次元表示を実現できるという効果を奏する。

また、第1の発明の第6の態様の3次元画像表示装置によれば、2次元画像形成パネルと複数の点光源を備えた比較的簡単な構成で3次元表示を実現できると25いう効果を奏する。

第2の発明の3次元画像表示装置によれば、2次元画像形成手段によって、複数の2次元画像の情報に基づいて時間的に変調された光によって複数の2次元画像が形成され、3次元画像形成手段によって、2次元画像形成手段によって形成された複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射することによって3次元画像

が形成されるので、2次元画像形成手段によって形成される2次元画像の内容を簡単に変えることができ、これにより、空間に表示される3次元画像の内容をも簡単に変えることができるという効果を奏する。したがって、その変更のタイミングを高速化すれば、動画の立体表示も実現可能になるという効果がある。また、  
5 専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、真の意味での立体表示が可能になるという効果を奏する。

また、第2の発明の3次元画像表示装置では、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段によって走査される光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録された領域を有する場合には、3次元画像形成手段に対する光の入射位置を制御することが可能となり、精度よく3次元画像を形成することが可能となるという効果を奏する。  
10

また、第2の発明の3次元画像表示装置では、更に、装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録された領域を有する場合には、装置全体を同期させて制御することが可能となるという効果を奏する。

15 第3の発明の3次元画像表示装置によれば、複数の2次元画像の情報を担持した光を出射することによって複数の2次元画像を形成する2次元画像形成手段と、2次元画像形成手段によって出射された光を、入射位置に応じて異なる方向に向けて投射することによって、複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射して3次元画像を形成する3次元画像形成手段とを備え、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段によって出射される光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録された領域を有するようにしたので、3次元画像形成手段に対する光の入射位置を制御することが可能となり、精度よく3次元画像を形成することが可能となるという効果を奏する。  
20

また、第3の発明の3次元画像表示装置では、3次元画像形成手段が、更に、装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録された領域を有する場合には、装置全体を同期させて制御することが可能となるという効果を奏する。  
25

以上の説明に基づき、本発明の種々の態様や変形例を実施可能であることは明らかである。従って、以下の請求の範囲の均等の範囲において、上記の最良の形態以外の形態でも本発明を実施することが可能である。

## 請求の範囲

1. 複数の画素を配列して構成され、各画素の駆動によって2次元画像を形成可能な2次元画像形成手段と、
  - 5 前記2次元画像形成手段により形成された2次元画像を基に、空間に3次元画像を形成する3次元画像形成手段と  
を備えたことを特徴とする3次元画像表示装置。
  2. 前記2次元画像形成手段は、  
それが複数の画素を配列して構成されると共に、各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含み、  
前記3次元画像形成手段は、  
前記複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ、対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光を空間中に拡散させて出射することができる光拡散素子と、
    - 15 前記光拡散素子から出射した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成することとなるように前記各2次元画像形成素子を制御する表示制御手段と  
を含むことを特徴とする請求の範囲第1項記載の3次元画像表示装置。
    3. 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子を制御し、前記各光拡散素子から出射した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有することを特徴とする請求の範囲第2項記載の3次元画像表示装置。
    - 25 4. 前記光拡散素子は、入射される光を一点に集光することが可能な集光部と、  
この集光部により形成される集光点に位置する平面状の出射面とを有するように形成されていることを特徴とする請求の範囲第2項記載の3次元画像表示装置。
    5. 前記光拡散素子の集光部の入射面は、入射側に凸形状をなす非球面を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第4項記載の3次元画像表示装置。

6. 前記光拡散素子の集光部の入射面は、前記集光点に曲率中心をもつ球面を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第4項記載の3次元画像表示装置装置。

7. 前記光拡散素子の集光部はフレネルレンズを含んで構成されていることを  
5 特徴とする請求の範囲第4項記載の3次元画像表示装置装置。

8. 前記光拡散素子の集光部は、その入射面に形成された干渉縞によって光を  
集光するものであることを特徴とする請求の範囲第4項記載の3次元画像表示装  
置。

9. 前記光拡散素子は、所定パターンの干渉縞が形成された板状体またはフィ  
10 ルムとして構成され、入射される光を一点に集光し、または入射される光をそれ  
が一点から拡散したかのように発散させるものであることが可能であることを特  
徴とする請求の範囲第2項記載の3次元画像表示装置。

10. 前記2次元画像形成手段は、

15 それが複数の画素を配列して構成されると共に、各々2次元画像を形成可  
能な複数の2次元画像形成素子を含み、

前記3次元画像形成手段は、

前記複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ、対応する2次元画  
像形成素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微小開口部と、

20 前記各微小開口部を通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間  
中に形成することとなるように前記各2次元画像形成素子を制御する表示制御手  
段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第1項記載の3次元画像表示装置。

11. 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異  
なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形  
25 成素子に供給することにより各2次元画像形成素子を制御し、前記各微小開口部  
を通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有す  
ることを特徴とする請求の範囲第10項記載の3次元画像表示装置。

12. 前記2次元画像形成手段は、

複数の画素を配列して構成され、各画素の駆動によって2次元画像を形成可能

な2次元画像形成パネルを含み、

前記3次元画像形成手段は、

前記2次元画像形成パネルに対向して配置され、この2次元画像形成パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な光開閉セルを複数配列してなる光開閉セルアレイと、

前記光開閉セルアレイを走査して、各光開閉セルが順次開状態となるように制御する光開閉セル制御手段と、

前記光開閉セル制御手段による前記光開閉セルアレイの走査に同期して前記2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を順次移動させ、この画像形成範囲の各画素から出射して前記光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成することとなるように前記2次元画像形成パネルを制御する表示制御手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第1項記載の3次元画像表示装置。

13. 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ前記2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲の画素に供給することにより2次元画像形成パネルを制御し、前記開状態の光開閉セルを通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有することを特徴とする請求の範囲第12項記載の3次元画像表示装置。

14. 前記2次元画像形成パネルおよび前記光開閉セルアレイの対を含む単位ユニットを複数配列すると共に、各単位ユニットの光開閉セルアレイごとに前記光開閉セル制御手段を設けてなる3次元画像表示装置であって、

前記光開閉セル制御手段は、各光開閉セルアレイにおける互いに対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように、対応する各光開閉セルアレイの走査を制御し、

前記表示制御手段は、前記各光開閉セル制御手段による前記各光開閉セルアレイの走査に同期して前記複数の単位ユニットの各2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を移動させ、各画像形成範囲の各画素から出射して対応する光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が3次元画像を構成する多数の点

光源像を前記空間中に形成することとなるように前記2次元画像形成パネルを制御する

ことを特徴とする請求の範囲第12項記載の3次元画像表示装置。

15. 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ前記複数の単位ユニットにおける各2次元画像形成パネルの画像形成範囲の画素に供給することにより各2次元画像形成パネルを制御し、前記開状態の光開閉セルを通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有することを特徴とする請求の範囲第14項記載の3次元画像表示装置。

10 16. 前記2次元画像形成手段は、

形成される2次元画像が時間的に変化することとなるように画像形成動作を制御する画像形成制御手段を含み、

前記3次元画像形成手段は、

前記2次元画像形成手段により形成された2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して変化することとなるように、前記2次元画像の投射方向を偏向させる偏向手段を含む

ことを特徴とする請求の範囲第1項記載の3次元画像表示装置。

17. 前記偏向手段は、

電界方向に沿って液晶分子が整列して、その電界方向にのみ光を透過させるよう機能する透過方向可変型の液晶素子を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

18. 前記3次元画像形成手段は、さらに、

前記2次元画像投射方向を前記偏向手段による偏向方向と異なる方向に拡散させるための拡散手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

19. 前記画像形成制御手段は、前記偏向手段によって偏向される2次元画像の投射方向に応じて、その偏向方向における2次元画像の倍率を変化させるように画像形成動作を制御する機能を有することを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

20. 前記2次元画像形成手段は、さらに、

符号化された2次元画像データを受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信された2次元画像データを復号化する復号化手段とを含むことを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

5 21. 前記偏向手段は、前記2次元画像の投射方向を偏向させる動作を周期的に行うものであって、

前記受信手段により受信される符号化された2次元画像データは、

前記偏向手段による偏向動作の周期に同期したタイミング位置に配置され、2次元静止画データを独立して圧縮符号化して得られた第1の圧縮符号化データと、

10 前記第1の圧縮符号化データに隣接した位置に配置され、第1の圧縮符号化データとの差分を表す差分データで構成される第2の圧縮符号化データとを含むことを特徴とする請求の範囲第20項記載の3次元画像表示装置。

22. 前記画像形成制御手段は、時分割的な画素駆動制御または空間的な画素駆動制御の少なくとも一方を行うことにより、中間階調の2次元画像を形成可能であることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

23. 前記偏向手段は、光を透過させる際にその投射方向を偏向させるものであることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

24. 前記偏向手段は、入射光を反射する際にその投射方向を偏向させるものであることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

20 25. 前記偏向手段は、回転可能に配設されたプリズムまたは反射ミラーを複数個配列して構成されていることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

26. 前記偏向手段は、

入射される光を、その入射位置に対応した方向に偏向させることができホロ

25 グラムを利用して構成されていることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

27. 前記偏向手段は、前記ホログラムを光の入射方向と異なる方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるものであることを特徴とする請求の範囲第26項記載の3次元画像表示装置。

28. 前記偏向手段は、

規則的に配列された複数組の前記ホログラムを含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第26項または請求の範囲第27項記載の3次元画像表示装置。

5 29. 前記ホログラムは、板状部材に形成されていることを特徴とする請求の範囲第26項記載の3次元画像表示装置。

30. 前記偏向手段は、前記板状部材を光の入射方向と異なる方向に往復移動させることによって入射光を順次偏向させるものであることを特徴とする請求の範囲第29項記載の3次元画像表示装置。

10 31. 前記ホログラムは、フィルム状部材に形成されていることを特徴とする請求の範囲第26項記載の3次元画像表示装置。

32. 前記偏向手段は、前記フィルム状部材を光の入射方向と異なる一つの方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるものであることを特徴とする請求の範囲第31項記載の3次元画像表示装置。

15 33. 前記ホログラムは、所定の曲面上に形成されていることを特徴とする請求の範囲第26項記載の3次元画像表示装置。

34. 前記所定の曲面は、円筒面であることを特徴とする請求の範囲第26項記載の3次元画像表示装置。

20 35. 前記偏向手段は、印加される信号電圧に応じて局所的に厚みが変化して表面に凹凸を生ずる光透過性部材を利用して構成されていることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

36. 前記偏向手段は、前記2次元画像形成手段による画像形成に供せられる以前の光を偏向させることによって前記2次元画像の投射方向を偏向させるものであることを特徴とする請求の範囲第16項記載の3次元画像表示装置。

25 37. 前記偏向手段は、回動する反射体または屈折体を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第36項記載の3次元画像表示装置。

38. 前記偏向手段は、往復移動する光源と、この光源から出射した光を前記2次元画像形成手段に導く光学系とを含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第36項記載の3次元画像表示装置。

3 9 . 前記偏向手段は、前記 2 次元画像形成手段により形成される 2 次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源を含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第 3 6 項記載の 3 次元画像表示装置。

4 0 . 前記 2 次元画像形成手段は、

5 それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に、各々 2 次元画像を形成可能な複数の 2 次元画像形成素子を含み、

前記 3 次元画像形成手段は、

前記複数の 2 次元画像形成素子の各々に対向して設けられ、対応する 2 次元画像形成素子に対して、1 点から拡散する光が照射されるように、指向性を有する

10 光を出射する複数の点光源と、

前記点光源より出射され、前記 2 次元画像形成素子を通過した光によって、3 次元画像が形成されるように、前記各 2 次元画像形成素子および前記各点光源を制御する表示制御手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の 3 次元画像表示装置。

15 4 1 . 前記表示制御手段は、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ対応する 2 次元画像形成素子に供給することにより各 2 次元画像形成素子を制御することを特徴とする請求の範囲第 4 0 項記載の 3 次元画像表示装置。

4 2 . 前記 2 次元画像形成手段は、

20 複数の画素を配列して構成され、各画素の駆動によって 2 次元画像を形成可能な 2 次元画像形成パネルを含み、

前記 3 次元画像形成手段は、

前記 2 次元画像形成パネルに対向して配置され、前記 2 次元画像形成パネルの対応する所定の範囲に対して、1 点から拡散する光が照射されるように、指向性 25 を有する光を出射する複数の点光源と、

前記 2 次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を順次移動させ、この画像形成範囲に対して、対応する前記点光源から出射された光が照射され、前記画像形成範囲を通過した光によって 3 次元画像が形成されるように、前記 2 次元画像形成パネルおよび前記各点光源を制御する表示制御手段と

を含むことを特徴とする請求の範囲第1項記載の3次元画像表示装置。

43. 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ前記2次元画像形成パネルにおける画像形成範囲の画素に供給することにより前記2次元画像形成パネルを制御することを特徴とする請求の範囲第42項記載の3次元画像表示装置。

44. 複数の2次元画像の情報に基づいて時間的に変調された光によって複数の2次元画像を形成する2次元画像形成手段と、

前記2次元画像形成手段によって形成された複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射することによって3次元画像を形成する3次元画像形成手段と

10 を備えたことを特徴とする3次元画像表示装置。

45. 前記2次元画像形成手段は、変調された光を走査することにより2次元画像を形成することを特徴とする請求の範囲第44項記載の3次元画像表示装置。

46. 前記3次元画像形成手段は、前記2次元画像形成手段によって走査された光を、入射位置に応じて異なる方向に向けて反射することにより、複数の2次元15 画像を互いに異なる方向に投射することを特徴とする請求の範囲第45項記載の3次元画像表示装置。

47. 前記3次元画像形成手段は、前記2次元画像形成手段によって走査される光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録された領域を有することを特徴とする請求の範囲第46項記載の3次元画像表示装置。

48. 前記3次元画像形成手段は、装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録された領域を有することを特徴とする請求の範囲第46項記載の3次元20 画像表示装置。

49. 複数の2次元画像の情報を担持した光を出射することによって複数の2次元画像を形成する2次元画像形成手段と、

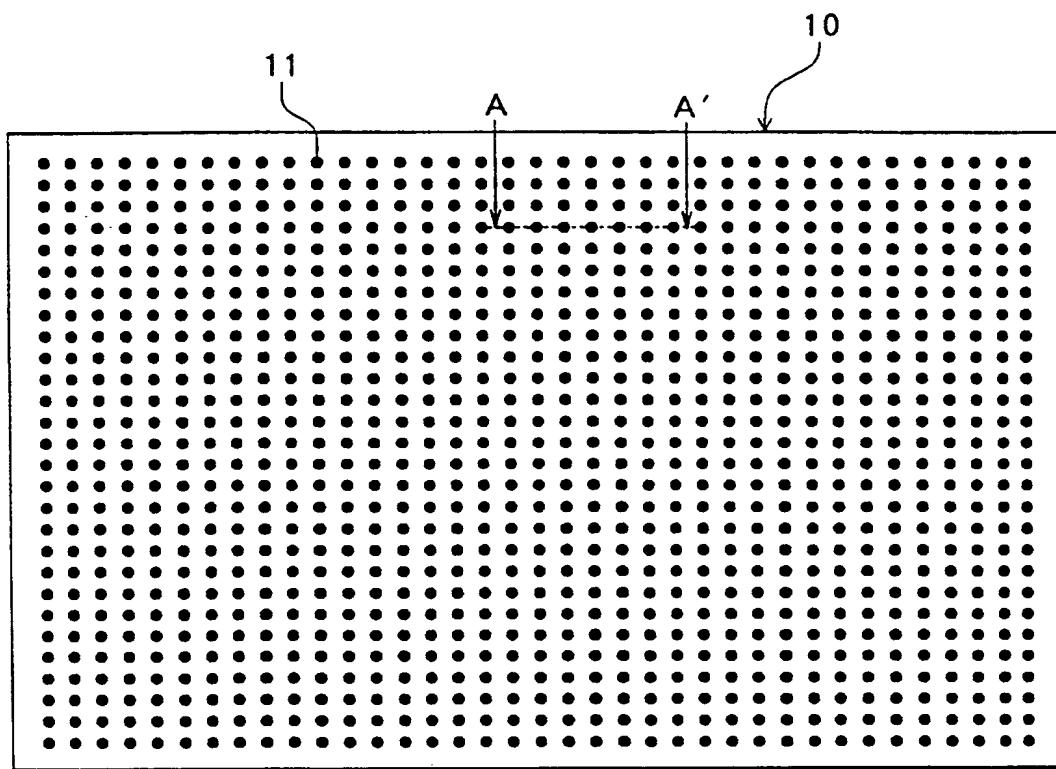
25 前記2次元画像形成手段によって出射された光を、入射位置に応じて異なる方向に向けて投射することによって、複数の2次元画像を互いに異なる方向に投射して3次元画像を形成する3次元画像形成手段とを備え、

前記3次元画像形成手段は、前記2次元画像形成手段によって出射される光の入射位置を制御するために用いられる位置情報が記録された領域を有することを

特徴とする 3 次元画像表示装置。

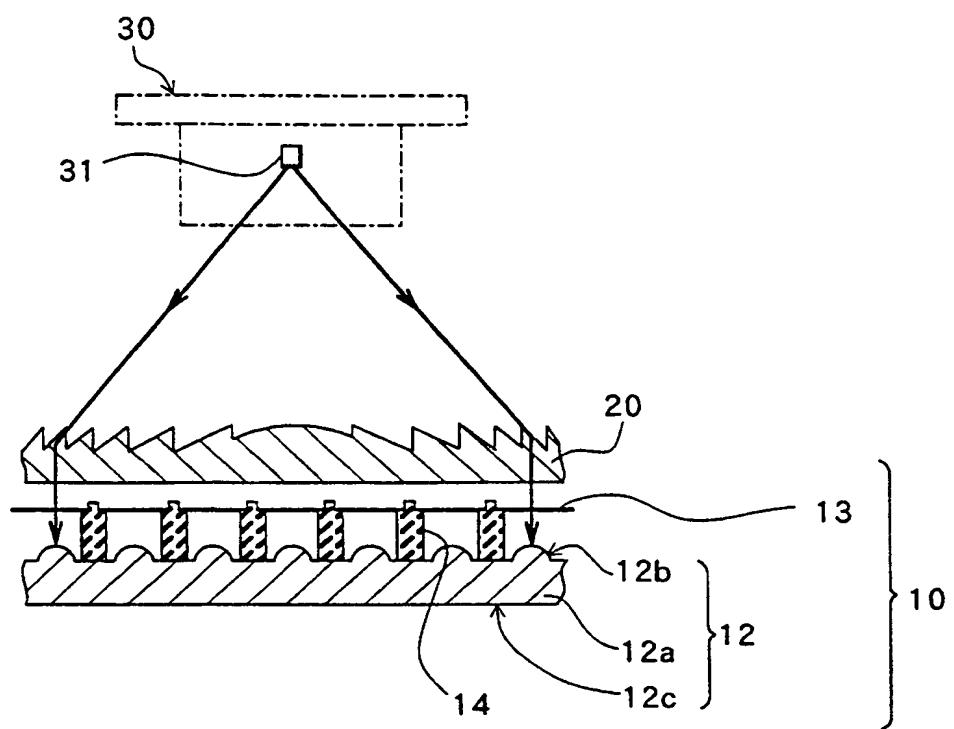
50. 前記 3 次元画像形成手段は、更に、装置全体を同期させて制御するための同期情報が記録された領域を有することを特徴とする請求の範囲第 4 9 項記載の 3 次元画像表示装置。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



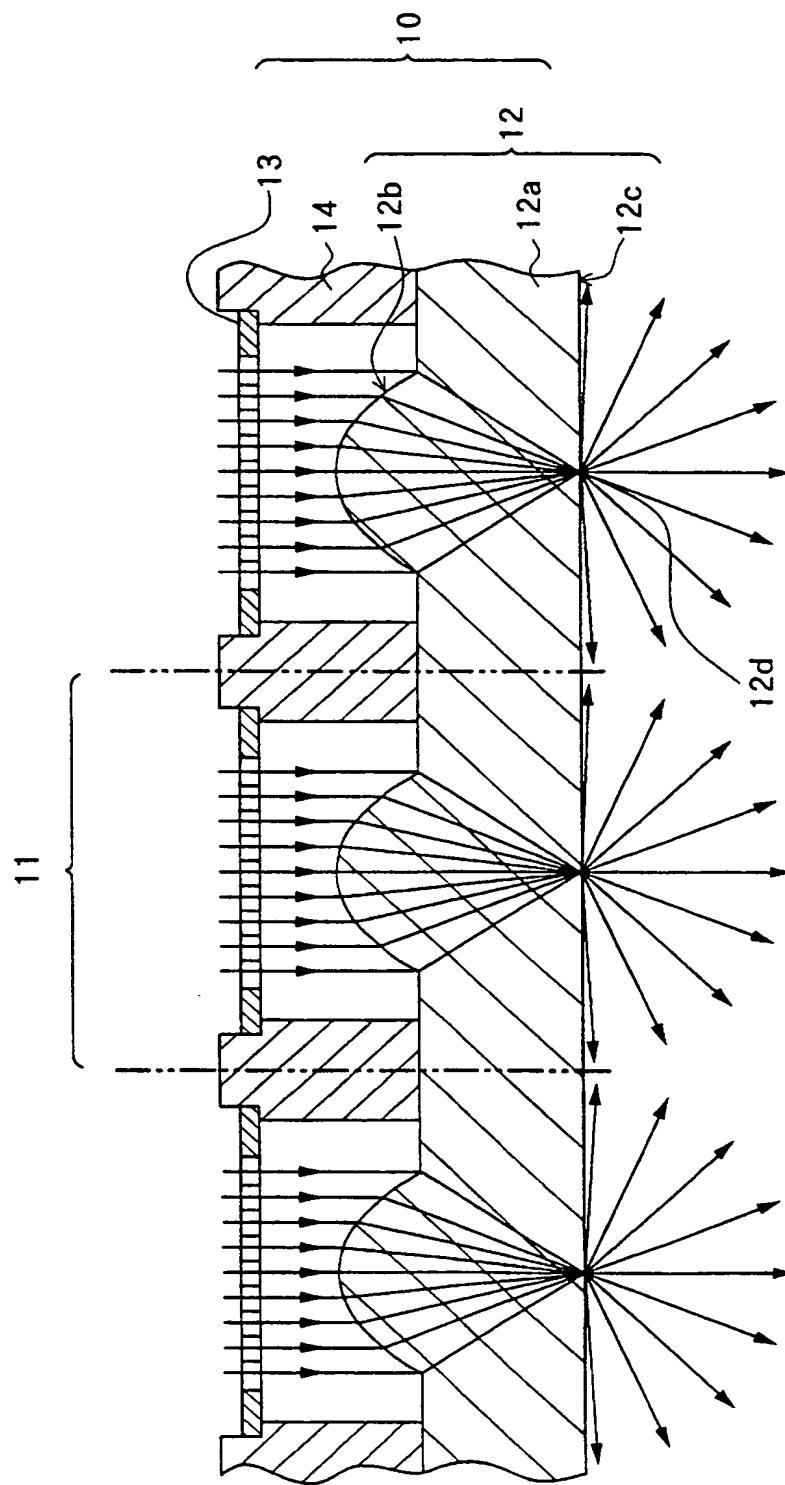
第1図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



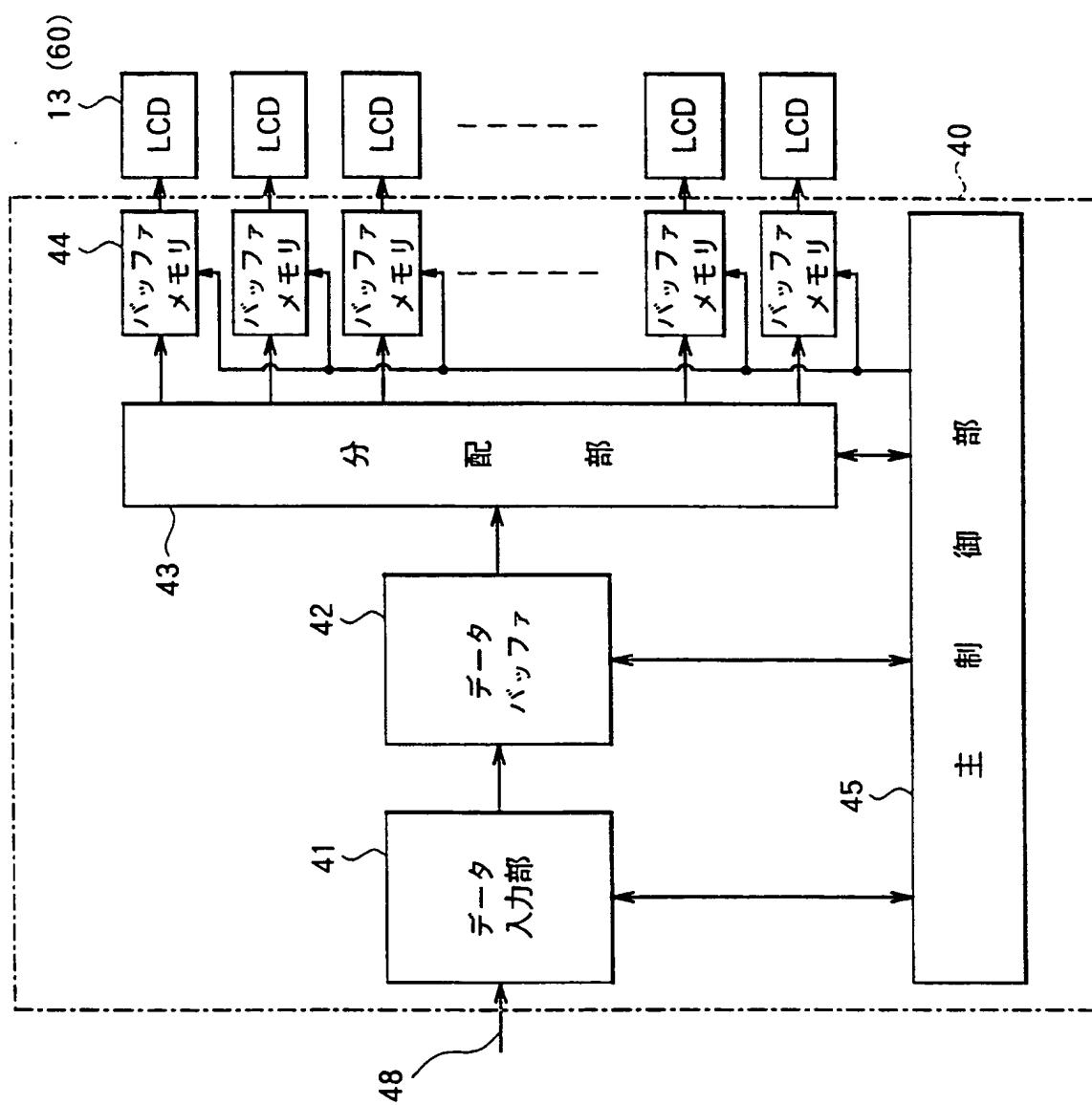
第2図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第3図

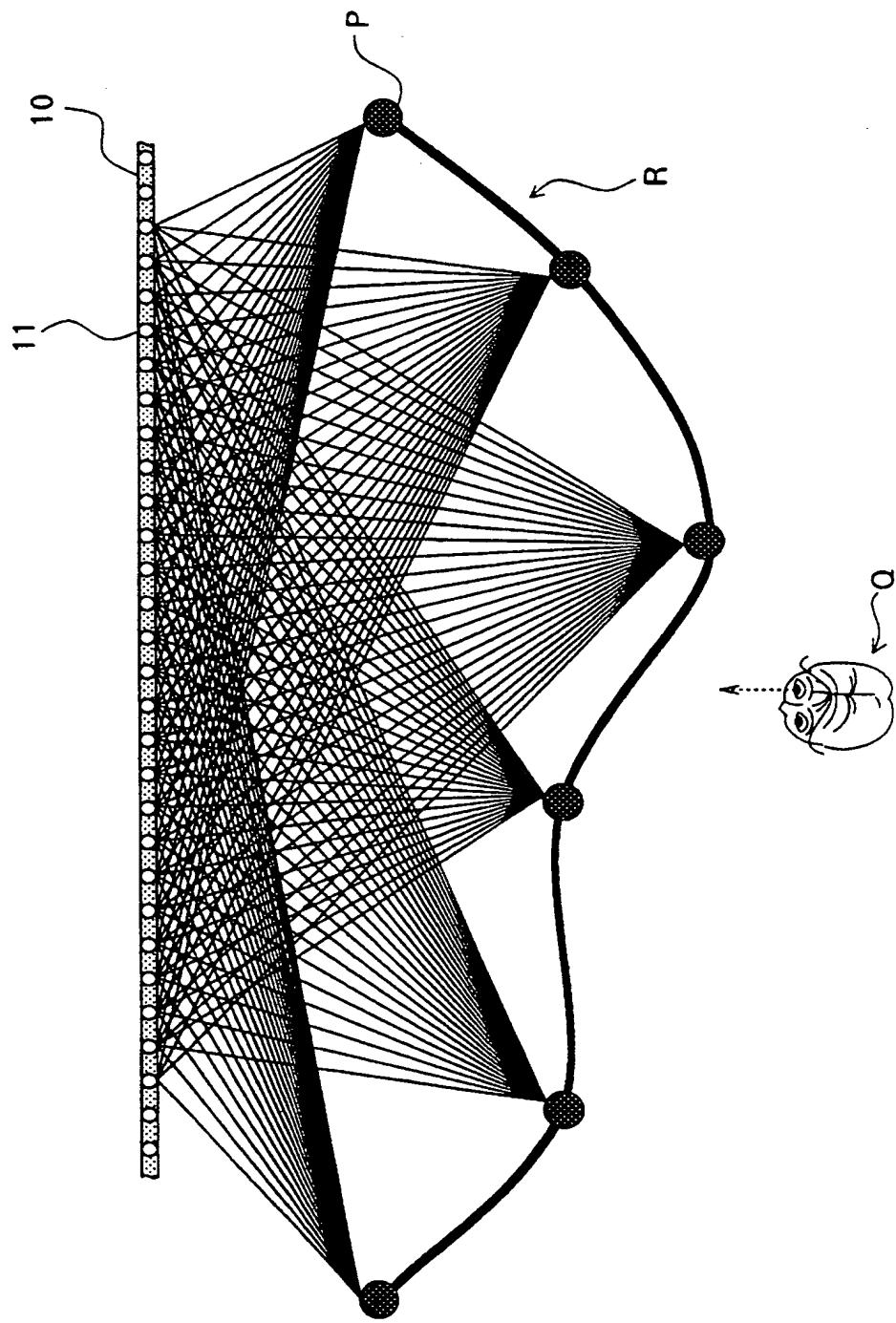
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



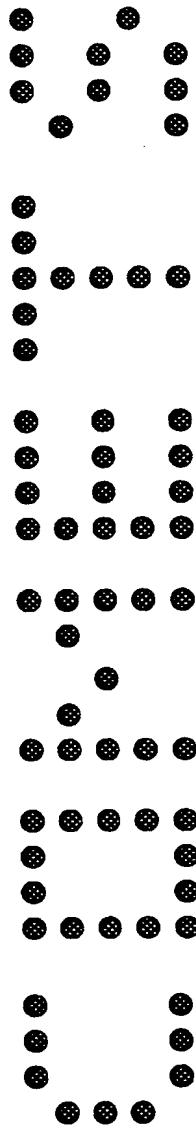
第4図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第5図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

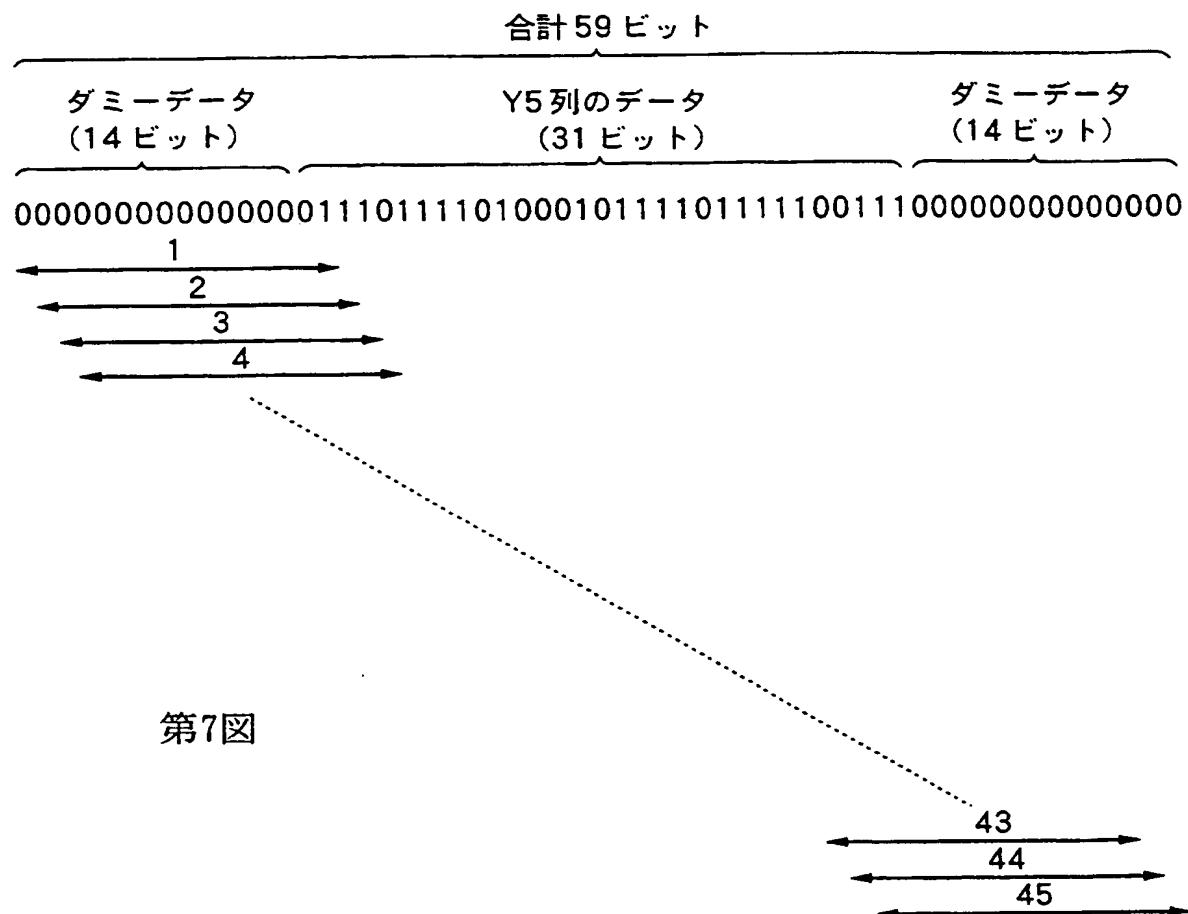


第6A図

	X1	X2	X3	X4	X5
Y1	0	1	1	1	1
Y2	1	0	0	0	1
Y3	0	1	0	1	0
Y4	1	0	0	0	1
Y5	0	1	1	1	0

第6B図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

切出番号	切 出 テ 一 タ
1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
⋮	⋮
15	0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1
16	1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0
17	1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1
18	1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1
19	0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1
⋮	⋮
42	0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
43	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
44	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
45	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

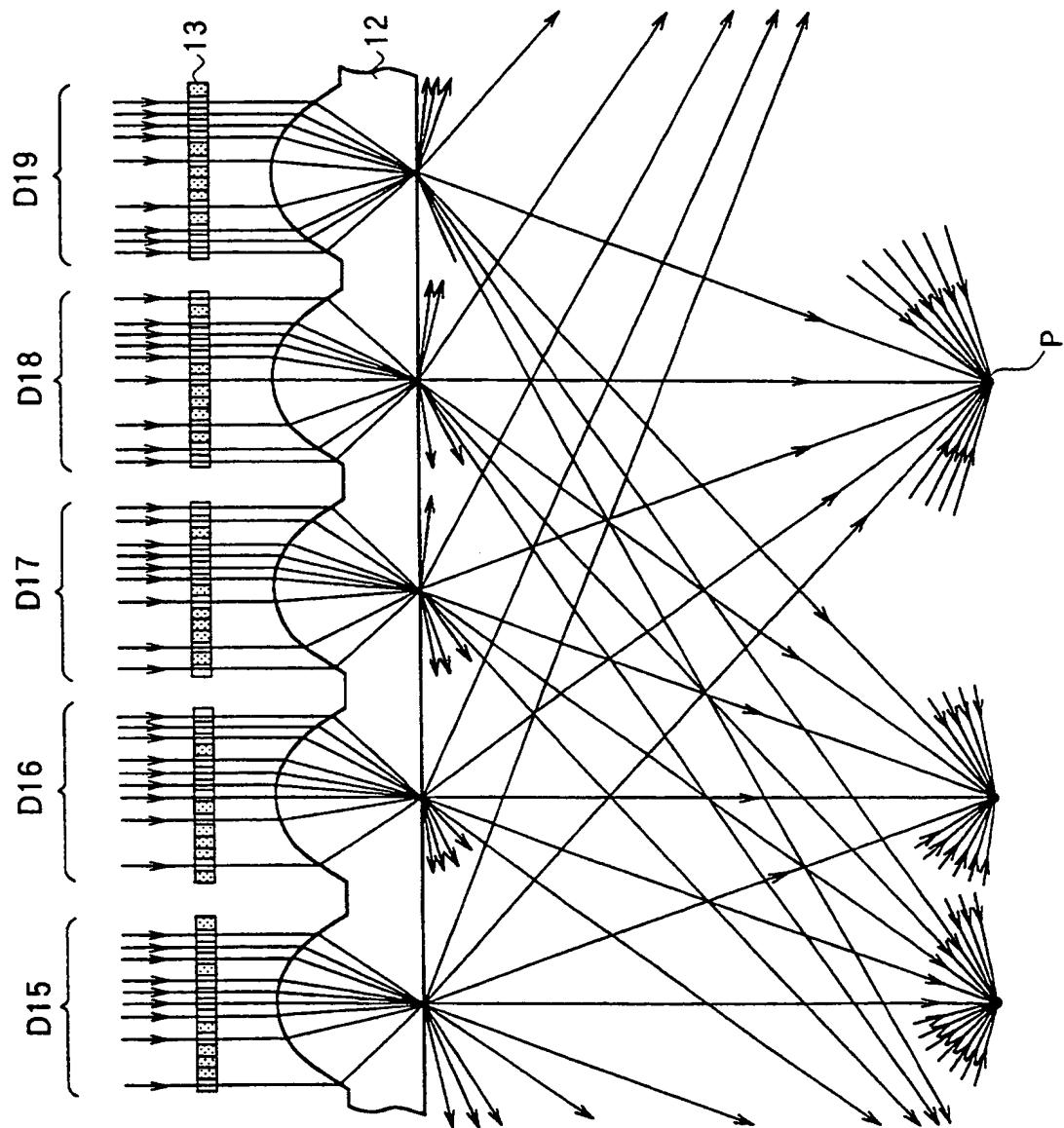
第8図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

スクリーン ドット番号	反転データ
D1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D2	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D3	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
⋮	⋮
D15	1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0
D16	0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
D17	1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1
D18	1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1
D19	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0
⋮	⋮
D42	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0
D43	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
D44	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
D45	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

第9図

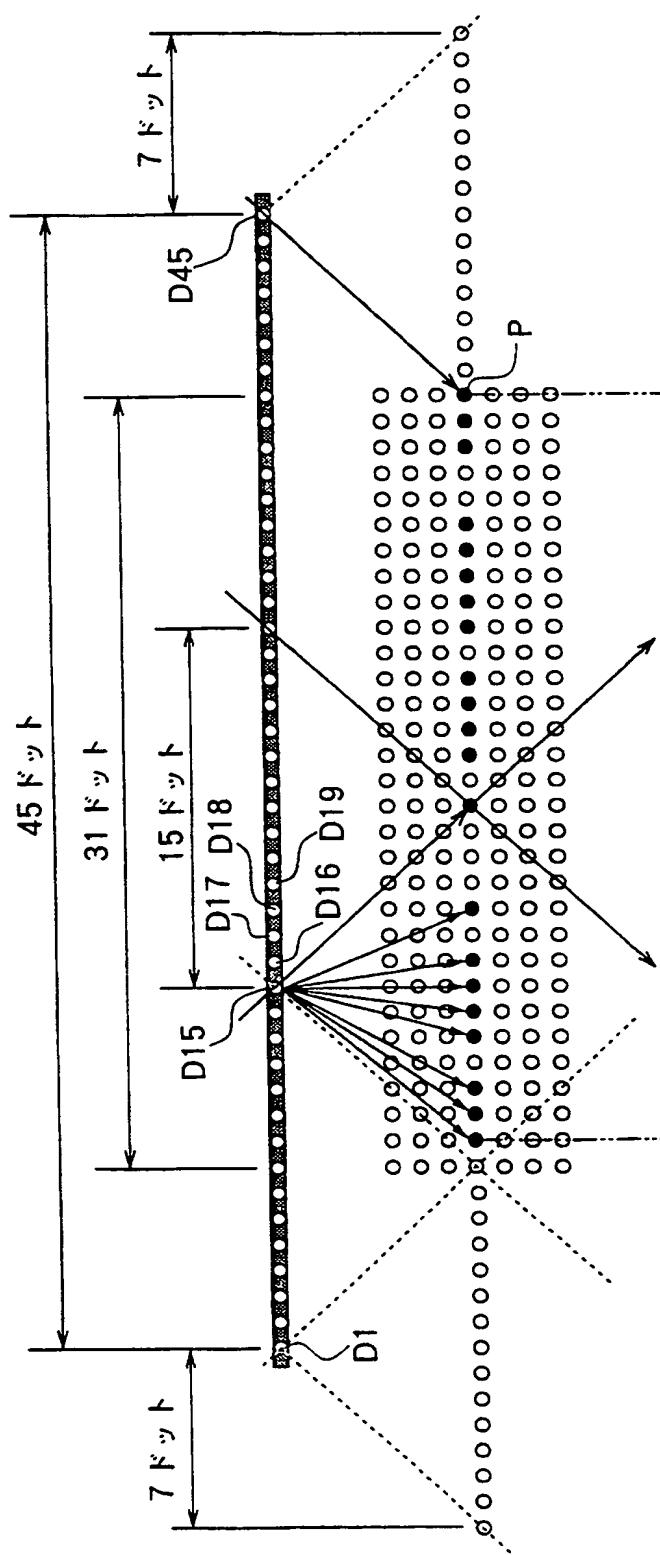
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



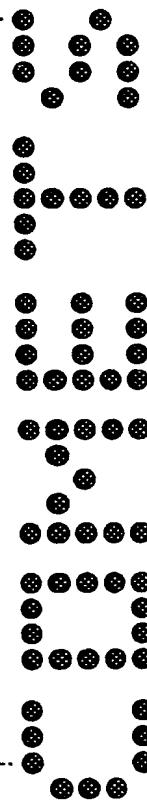
第10図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

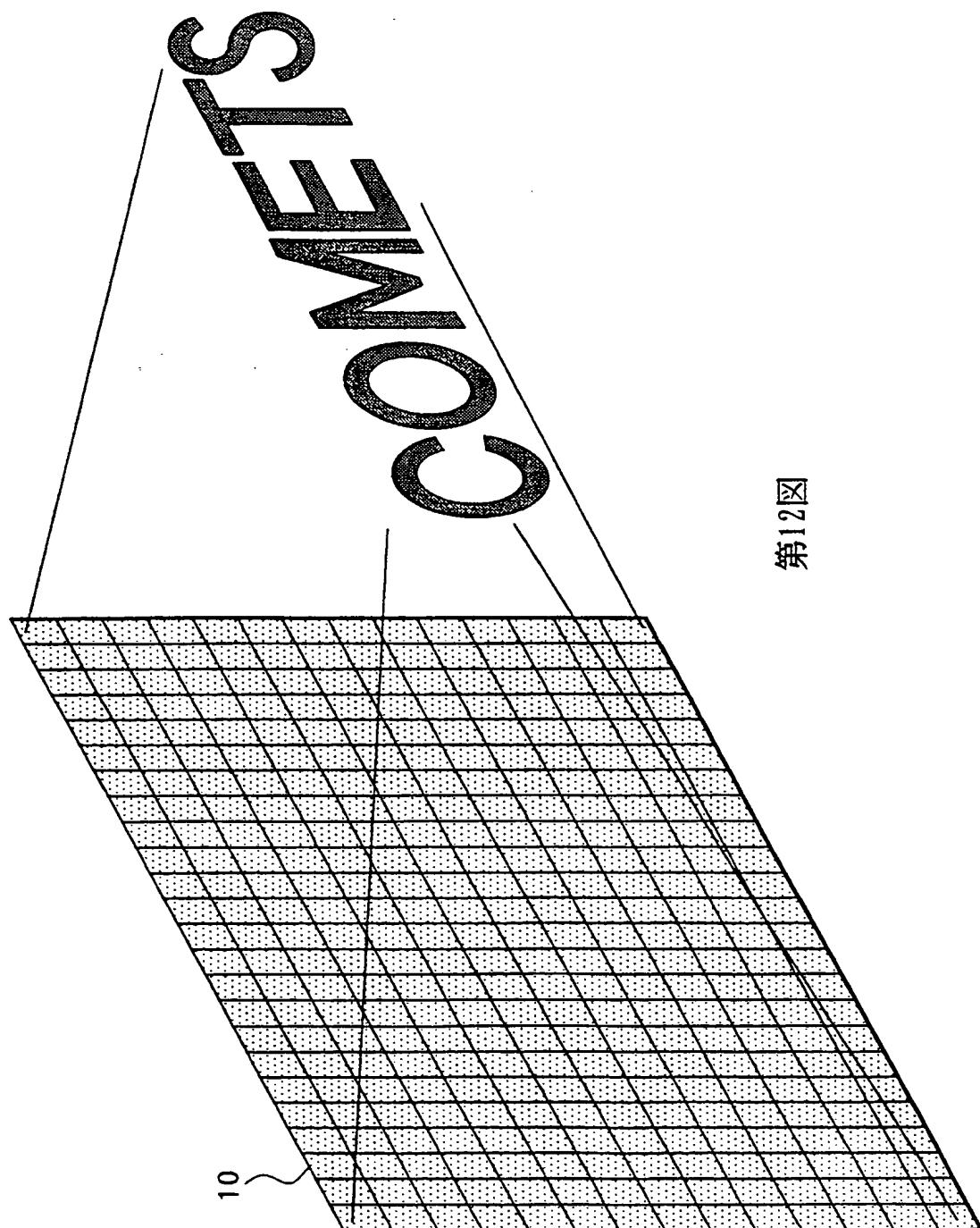
第11A図



第11B図

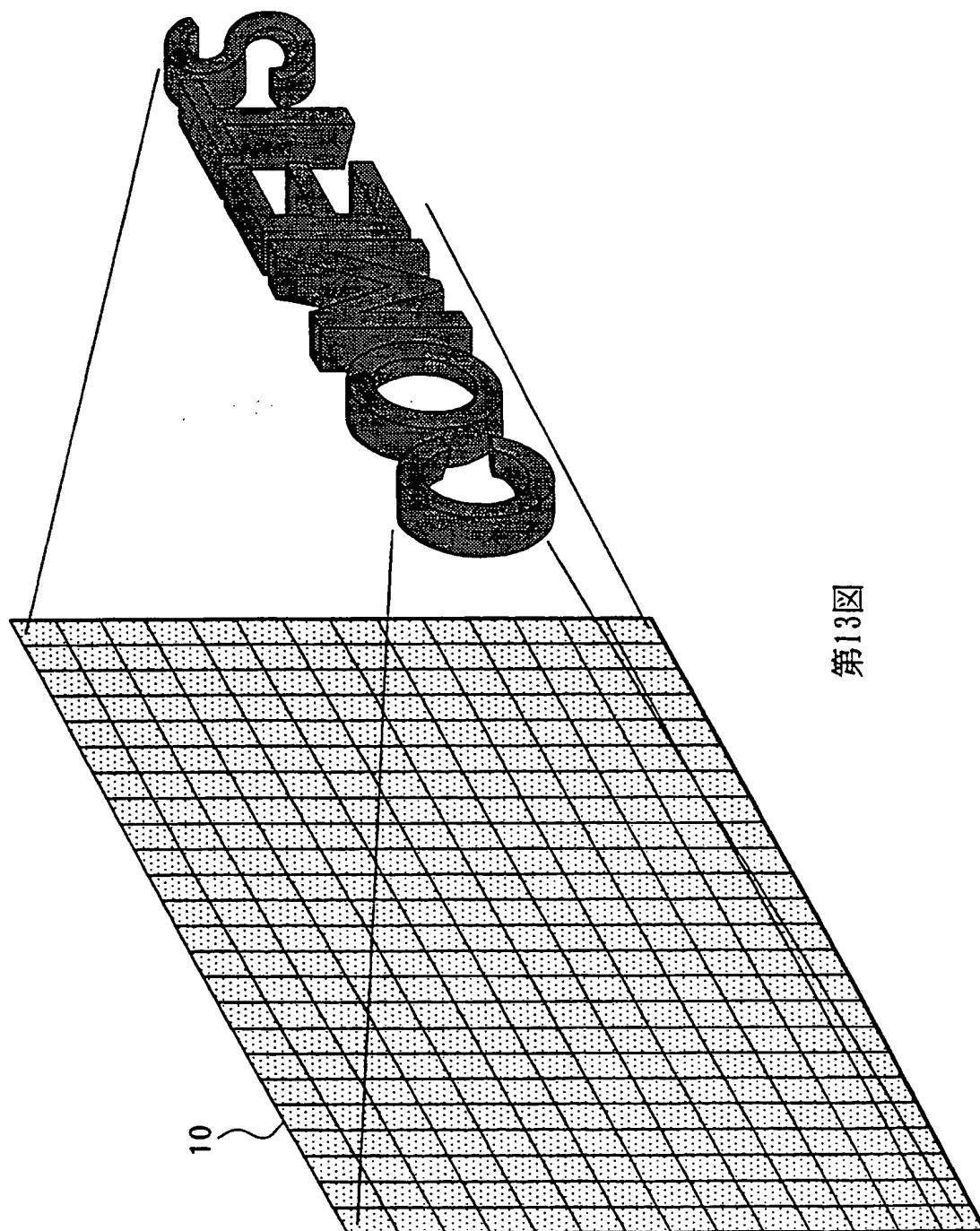


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

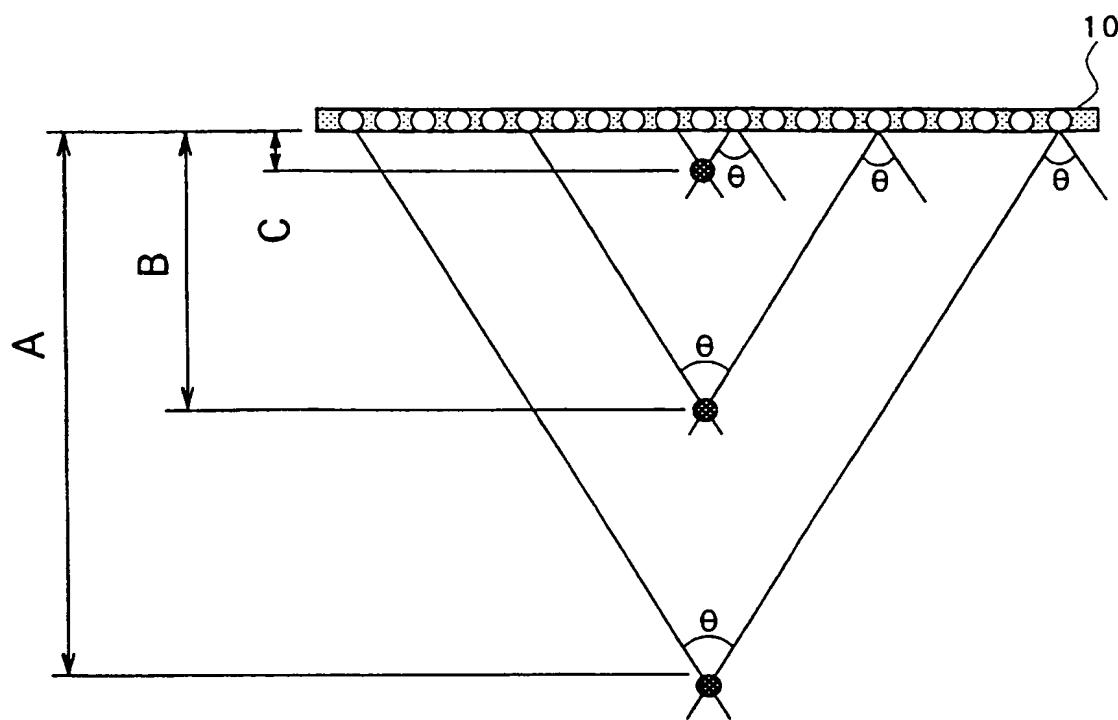


第12図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

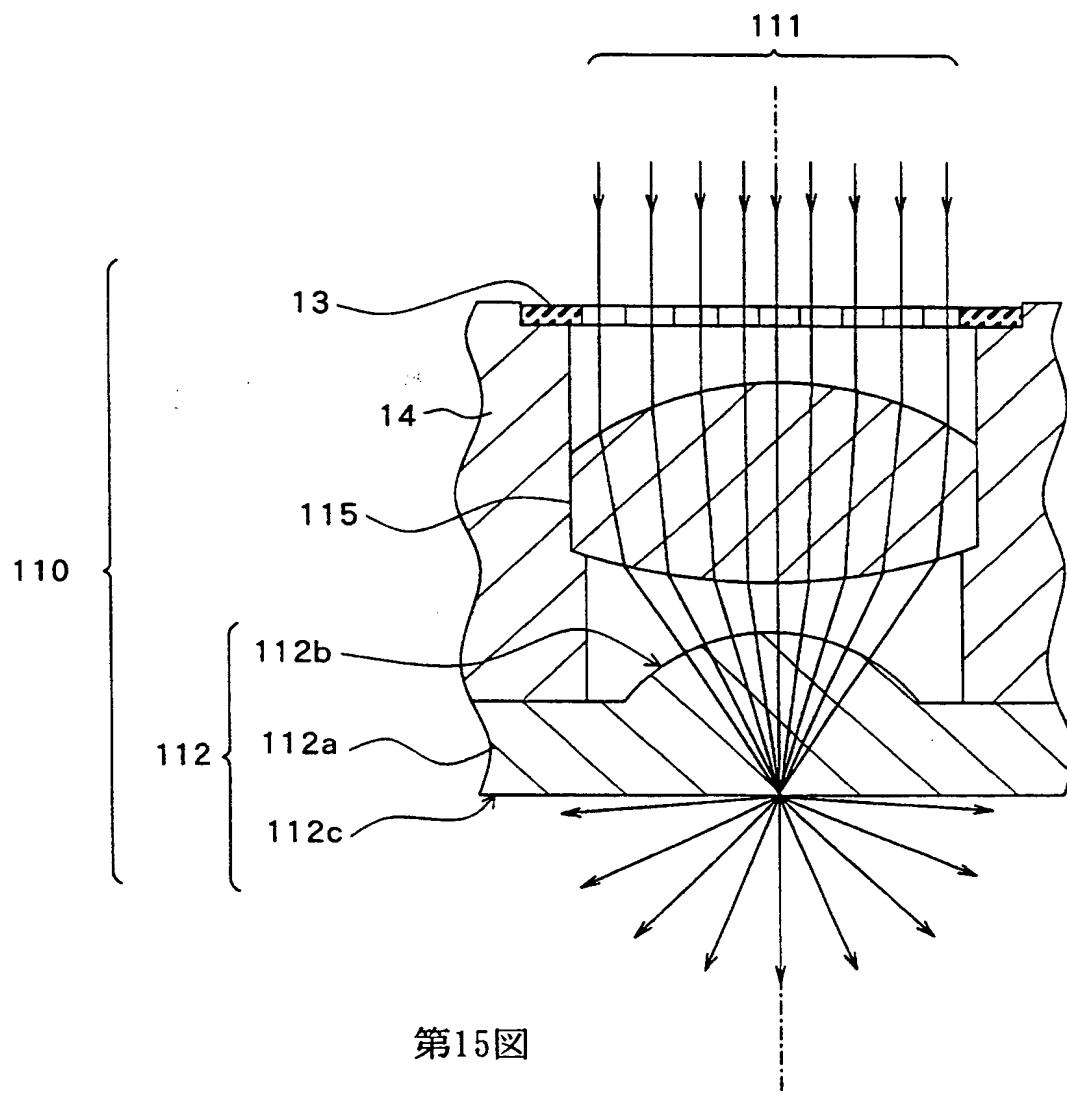


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



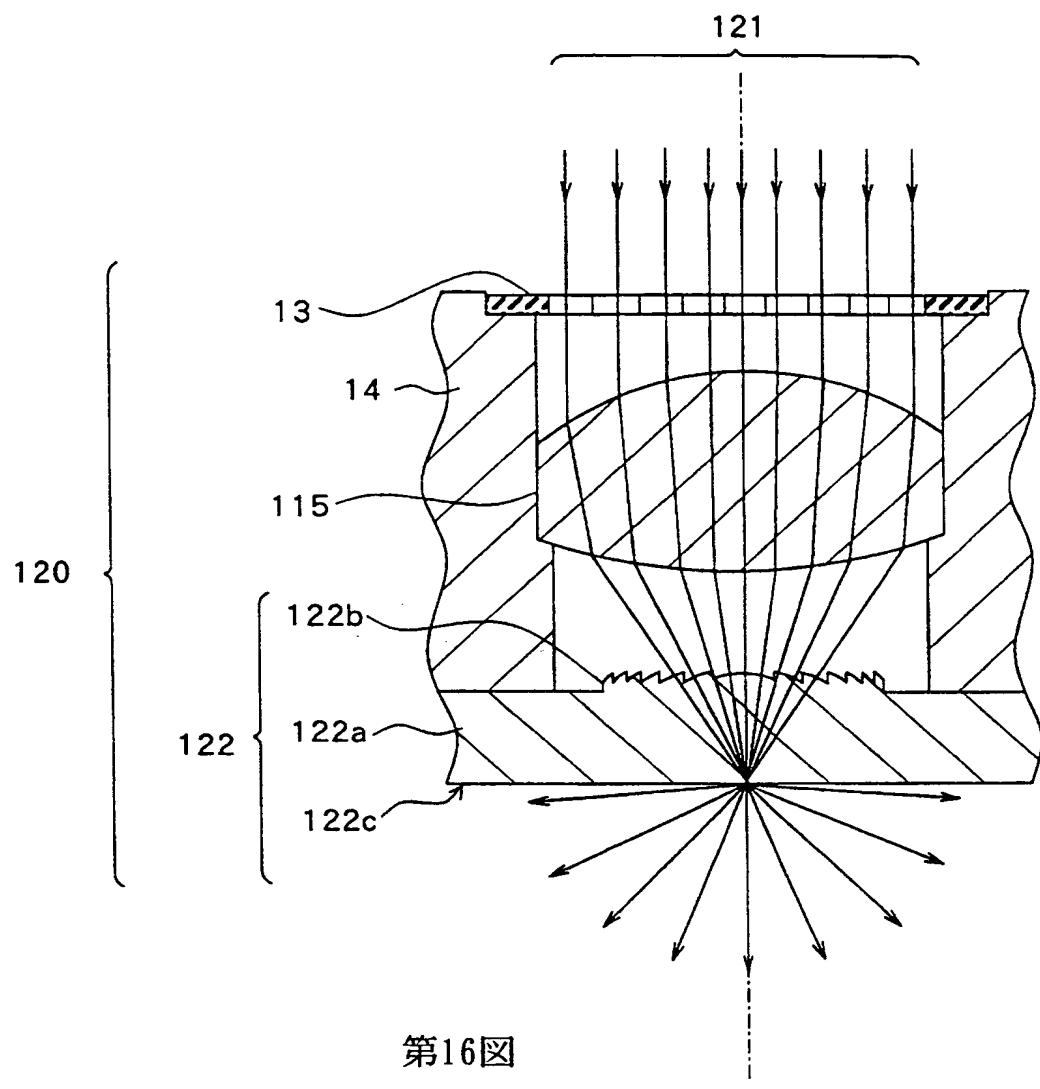
第14図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第15図

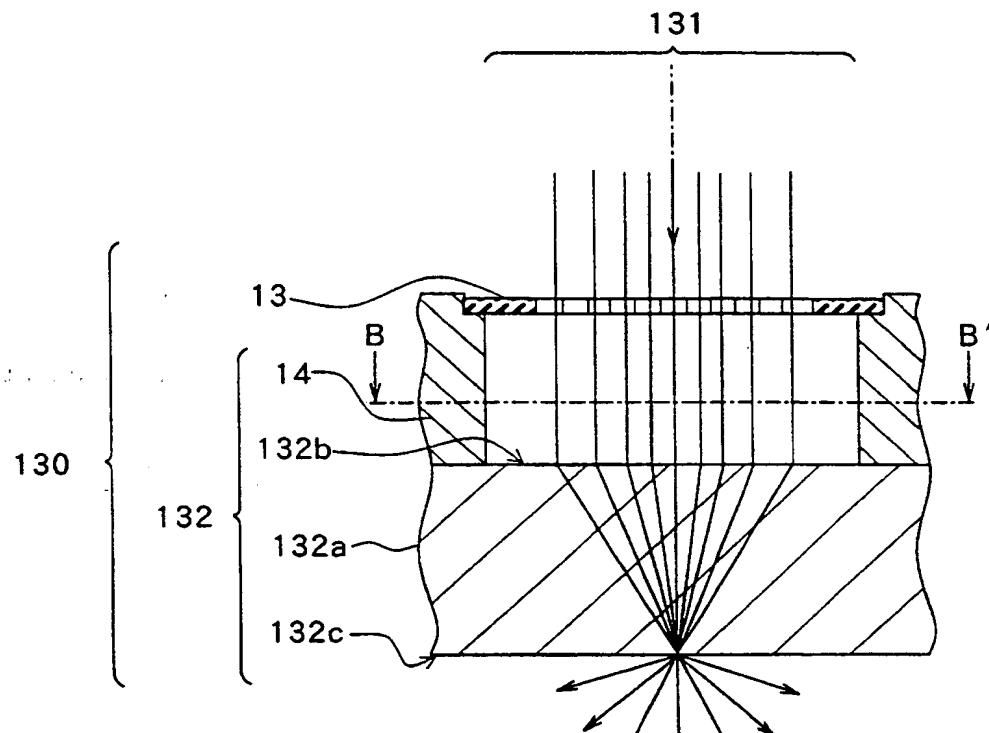
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



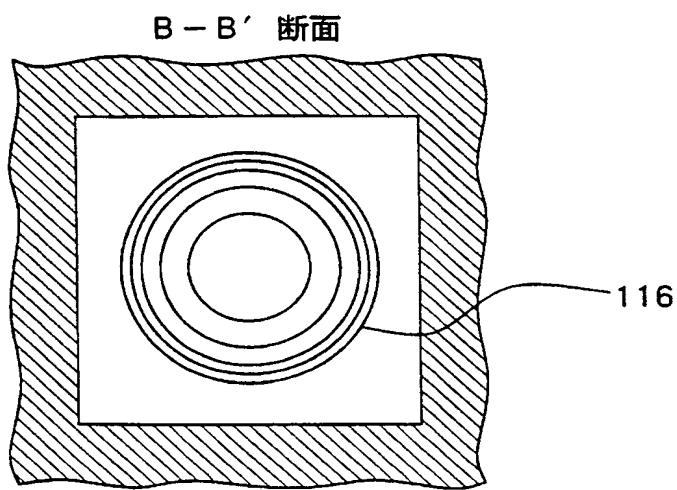
第16図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

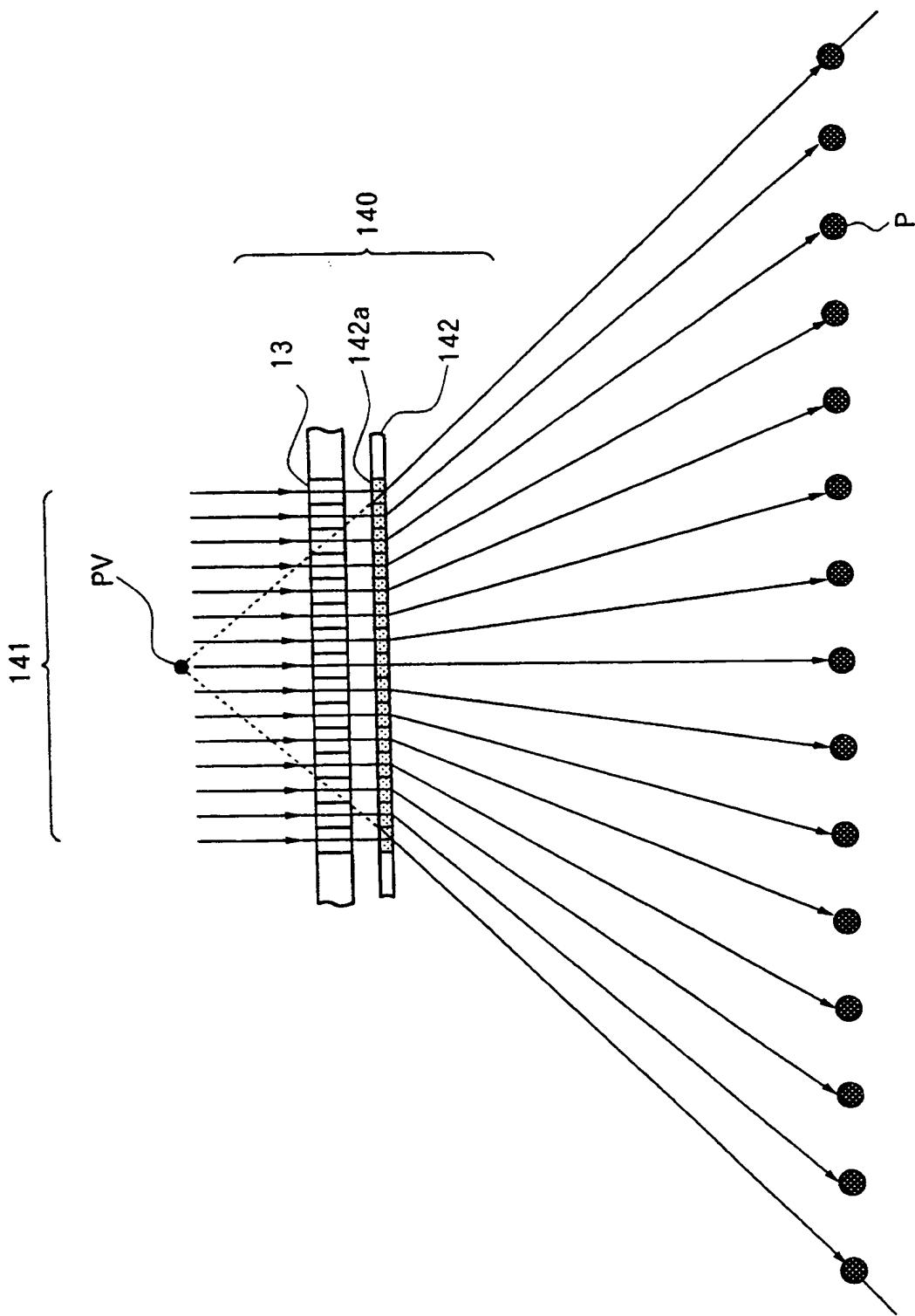
第17図



第18図

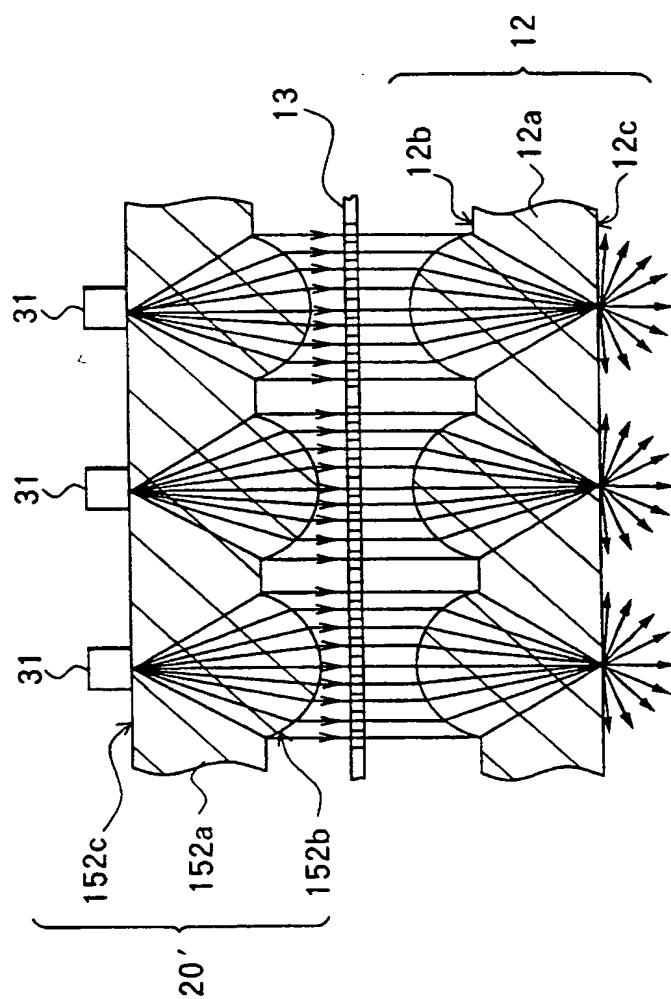


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



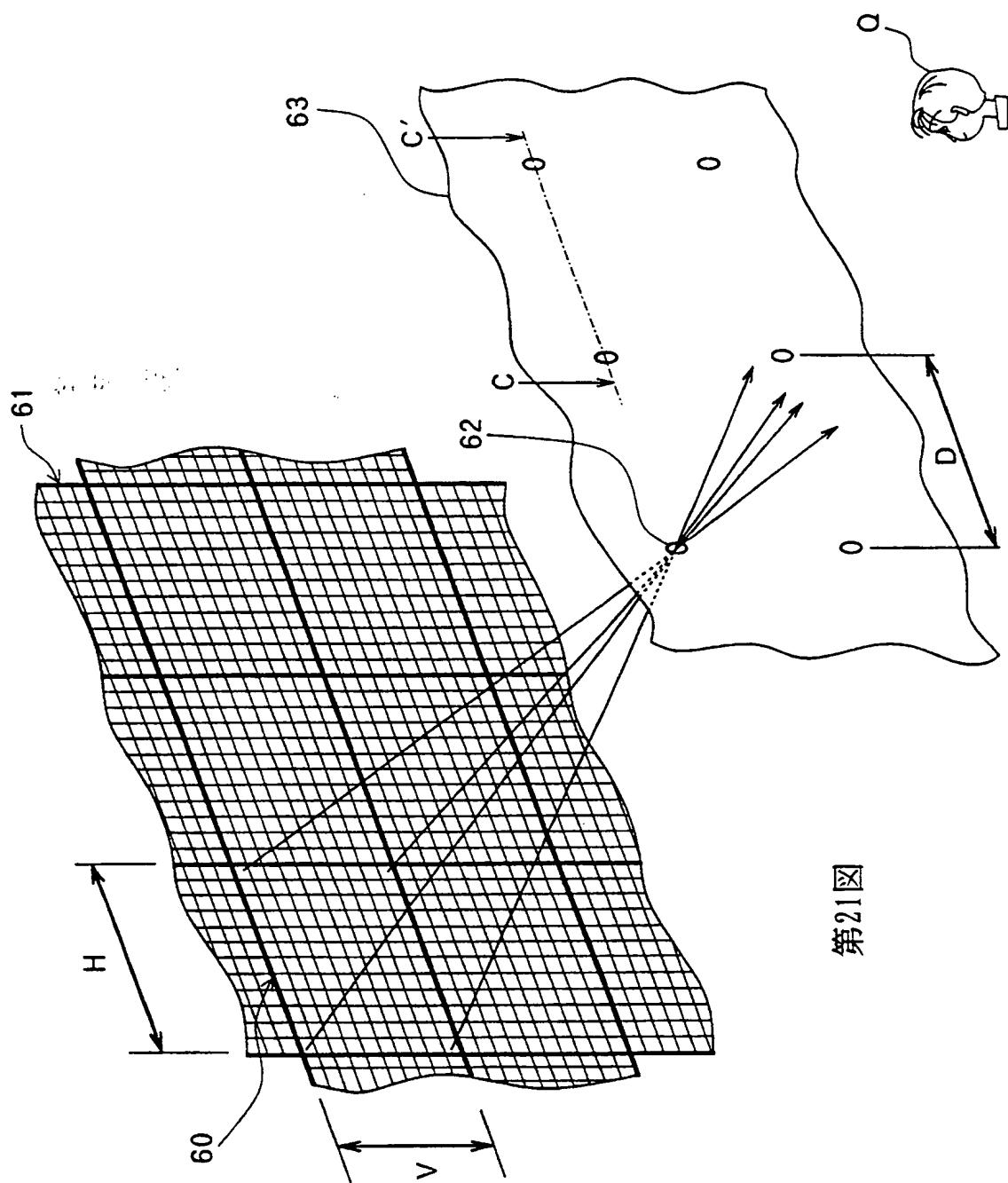
第19図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



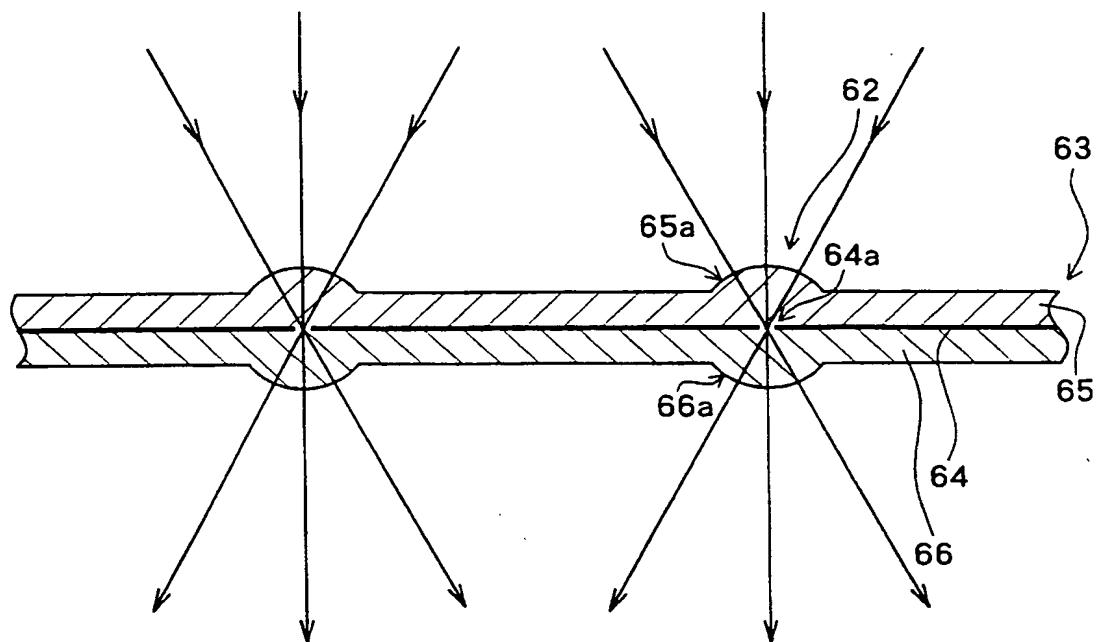
第20図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



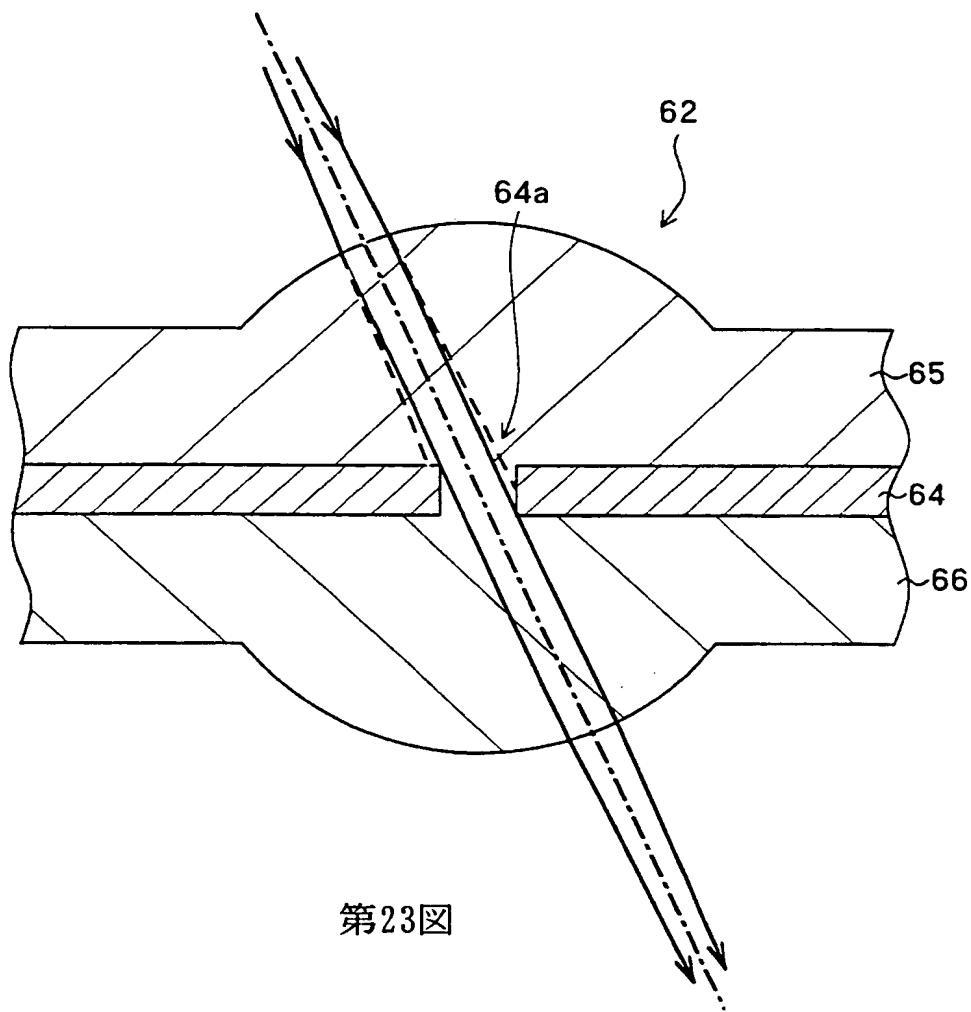
第21図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第22図

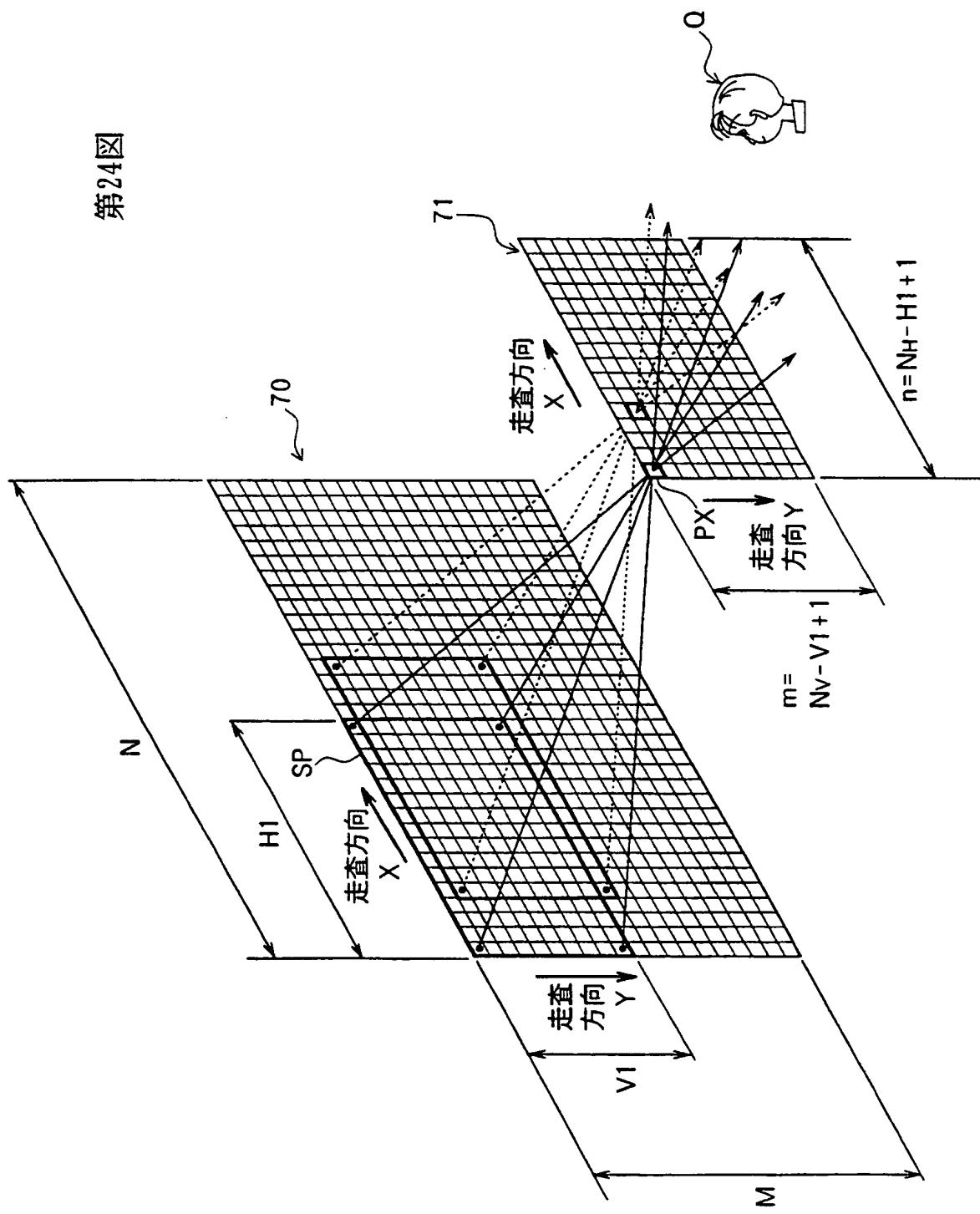
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第23図

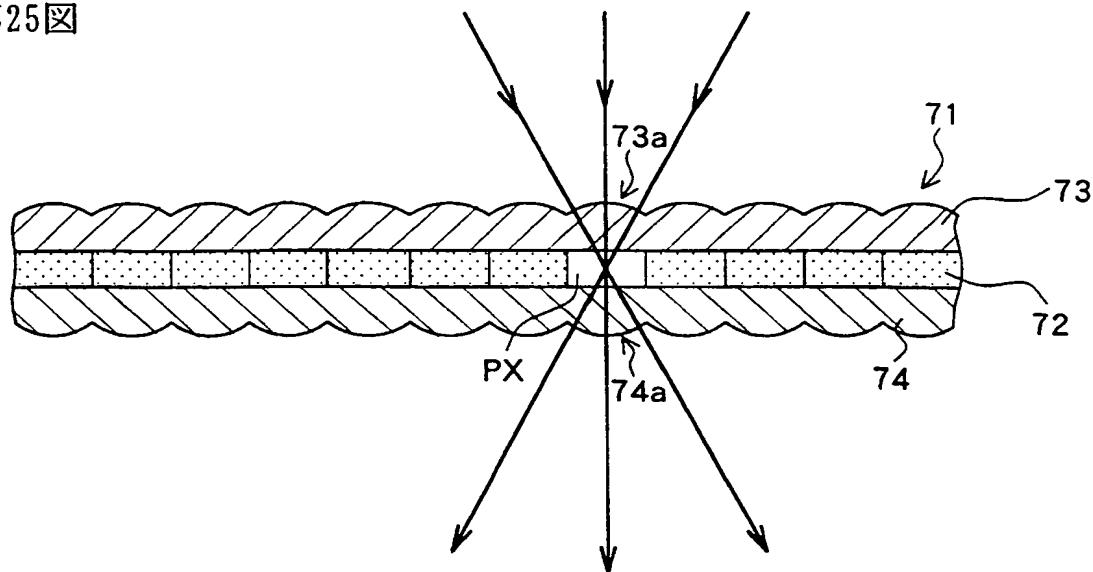
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第24図

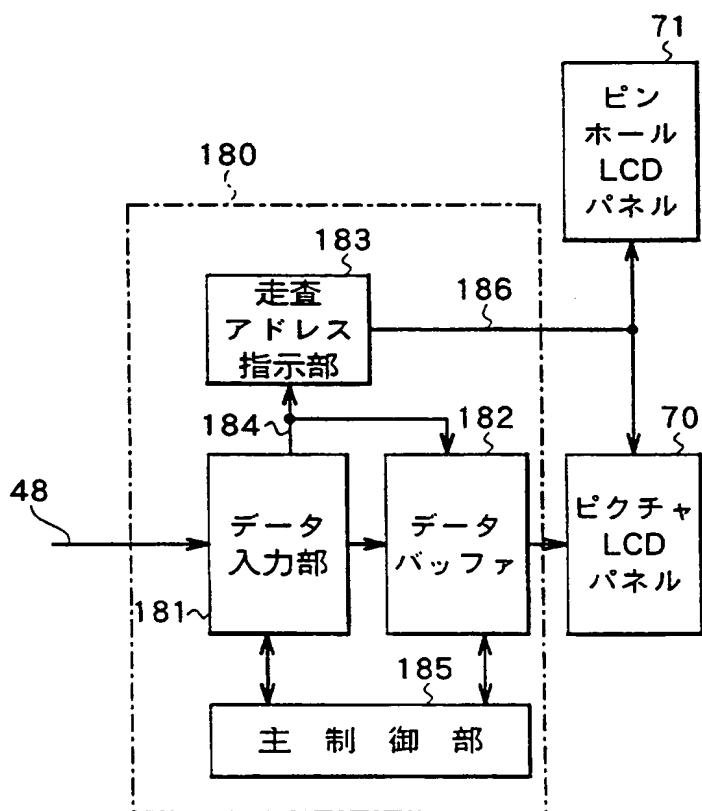


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第25図

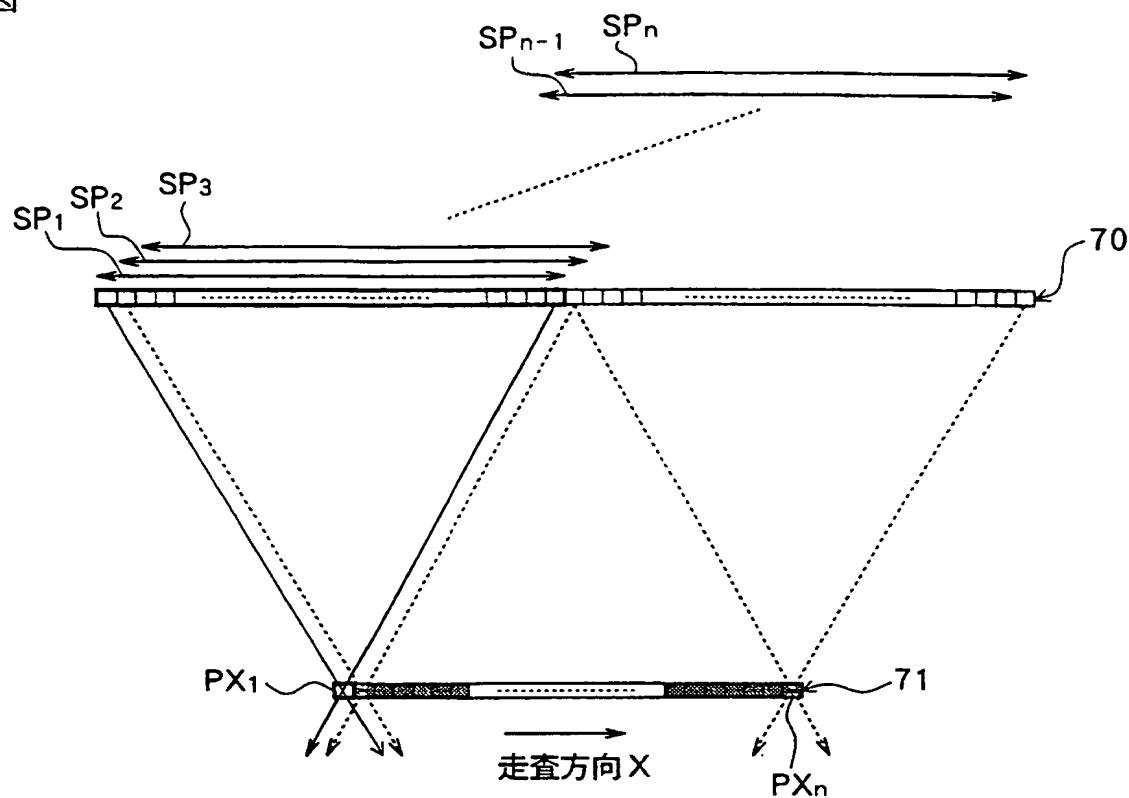


第26図

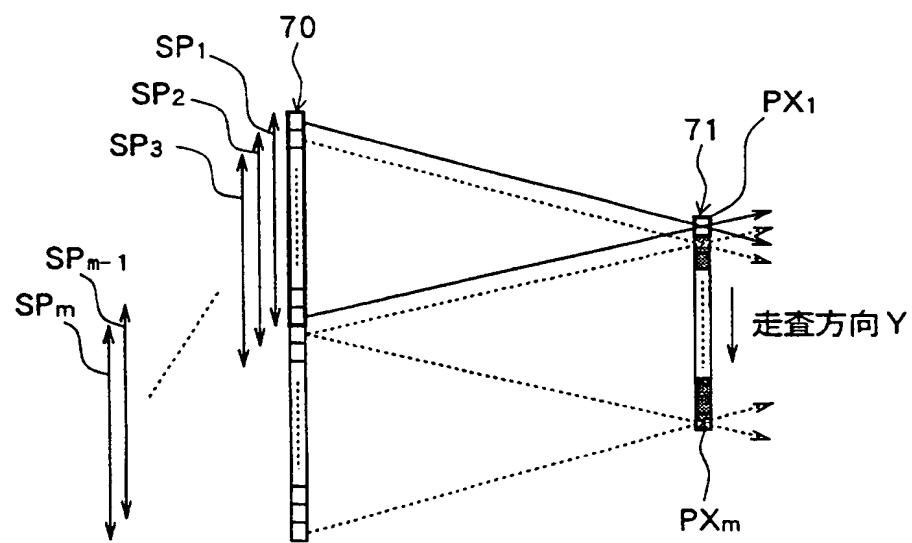


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第27図

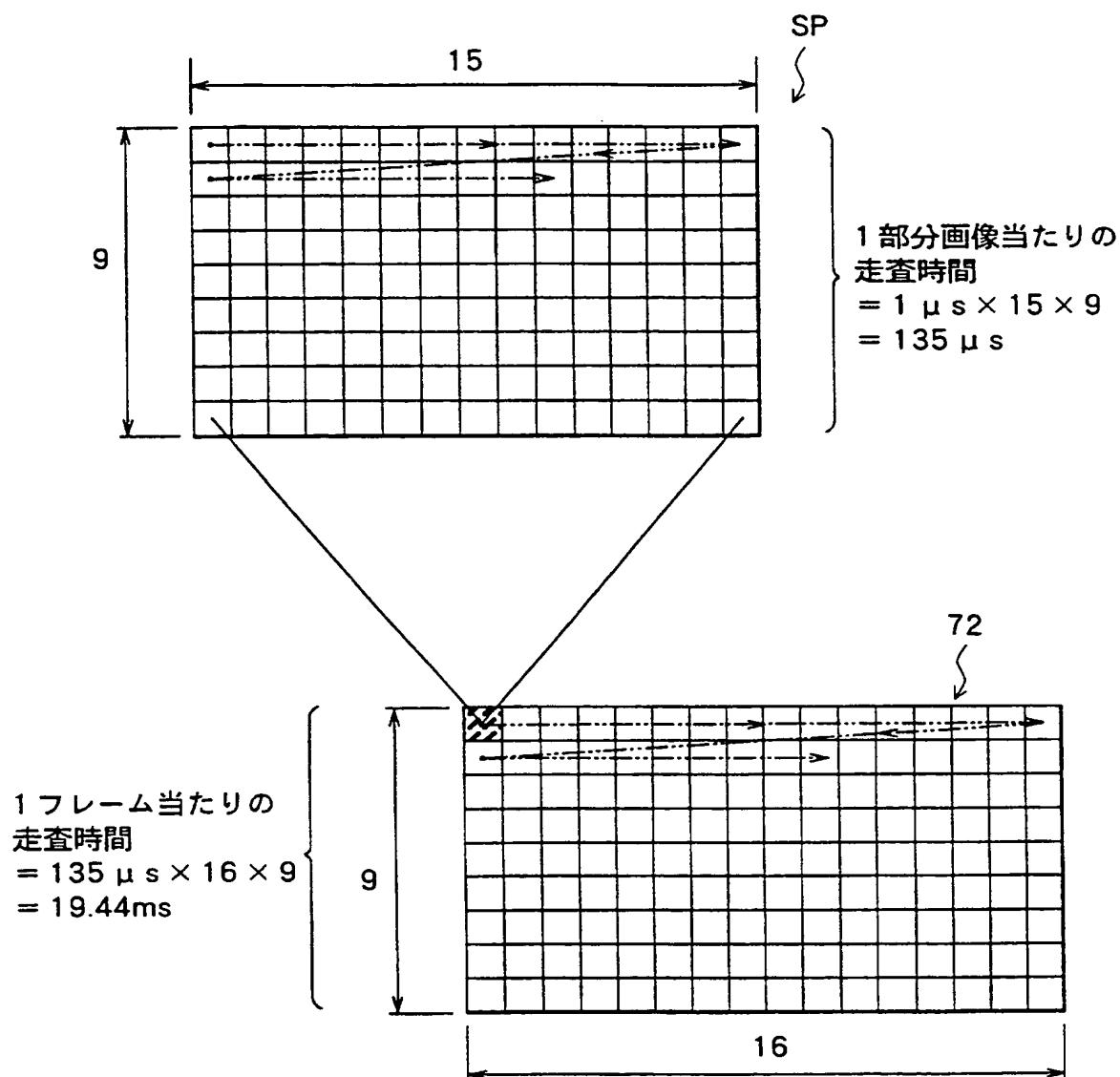


第28図

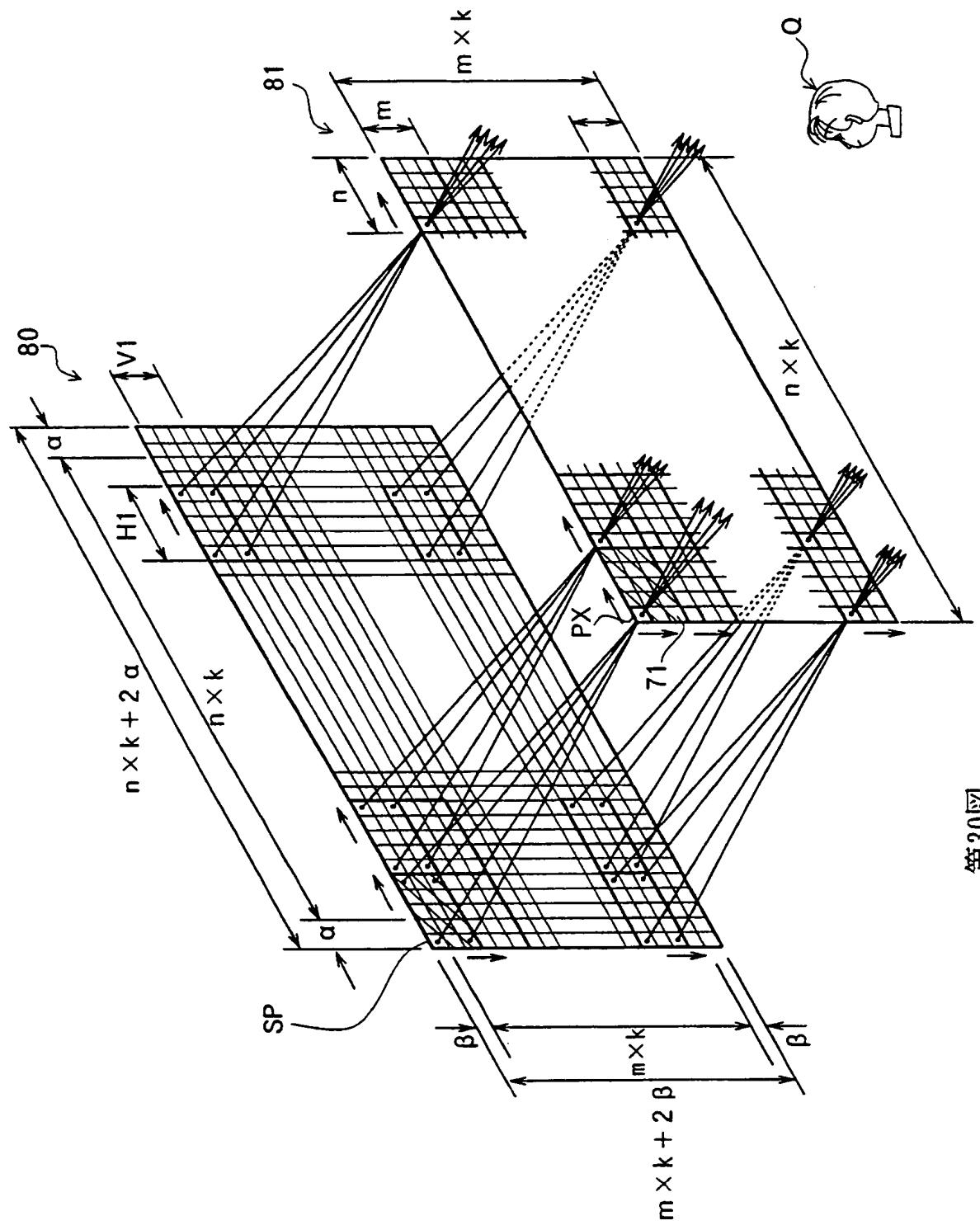


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第29図

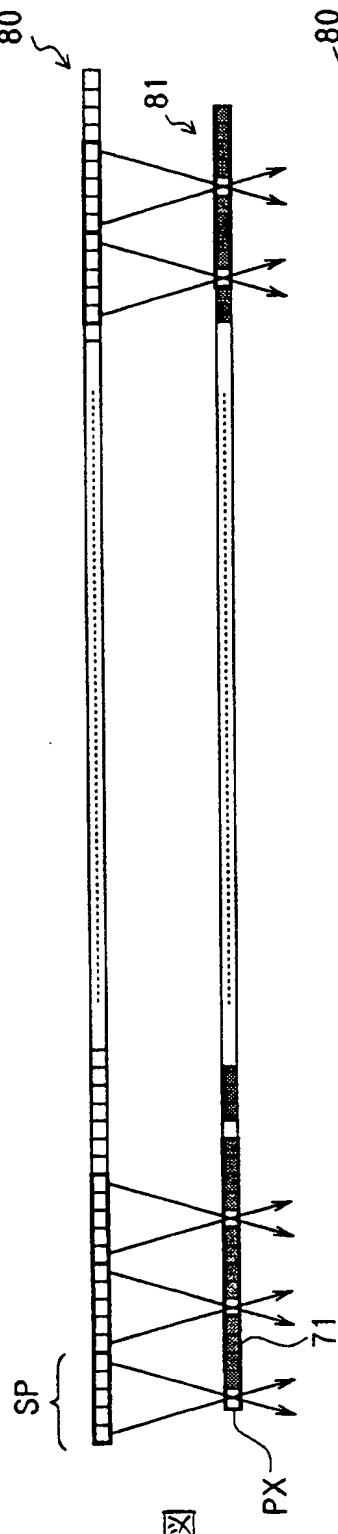


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

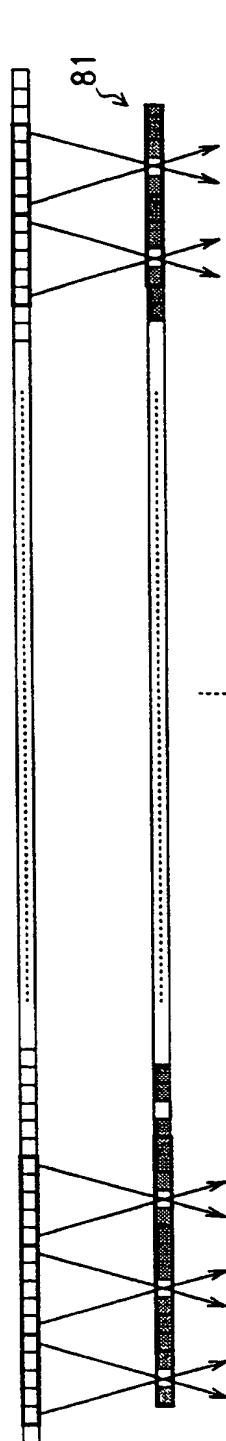


第30図

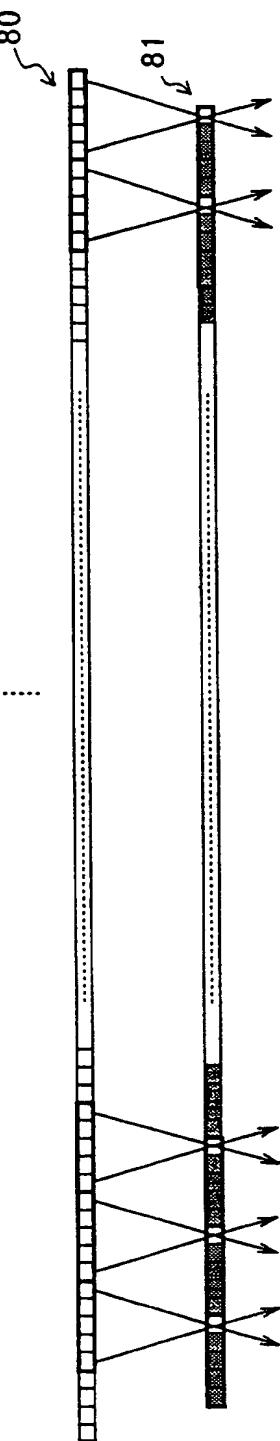
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第31A図

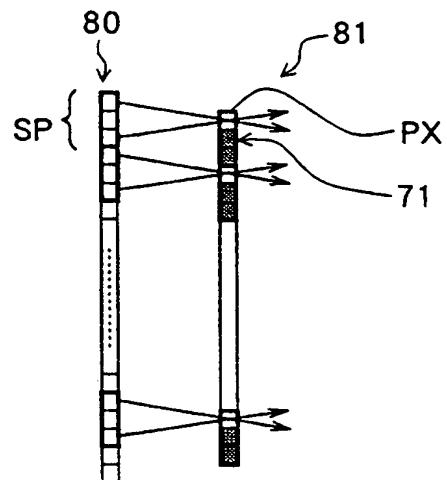


第31B図

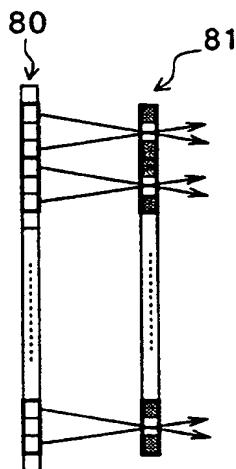


第31C図

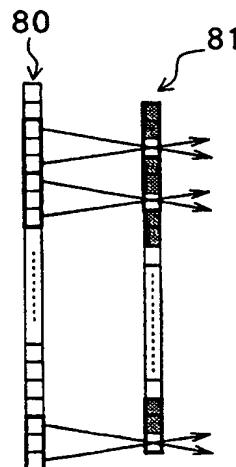
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第32A図

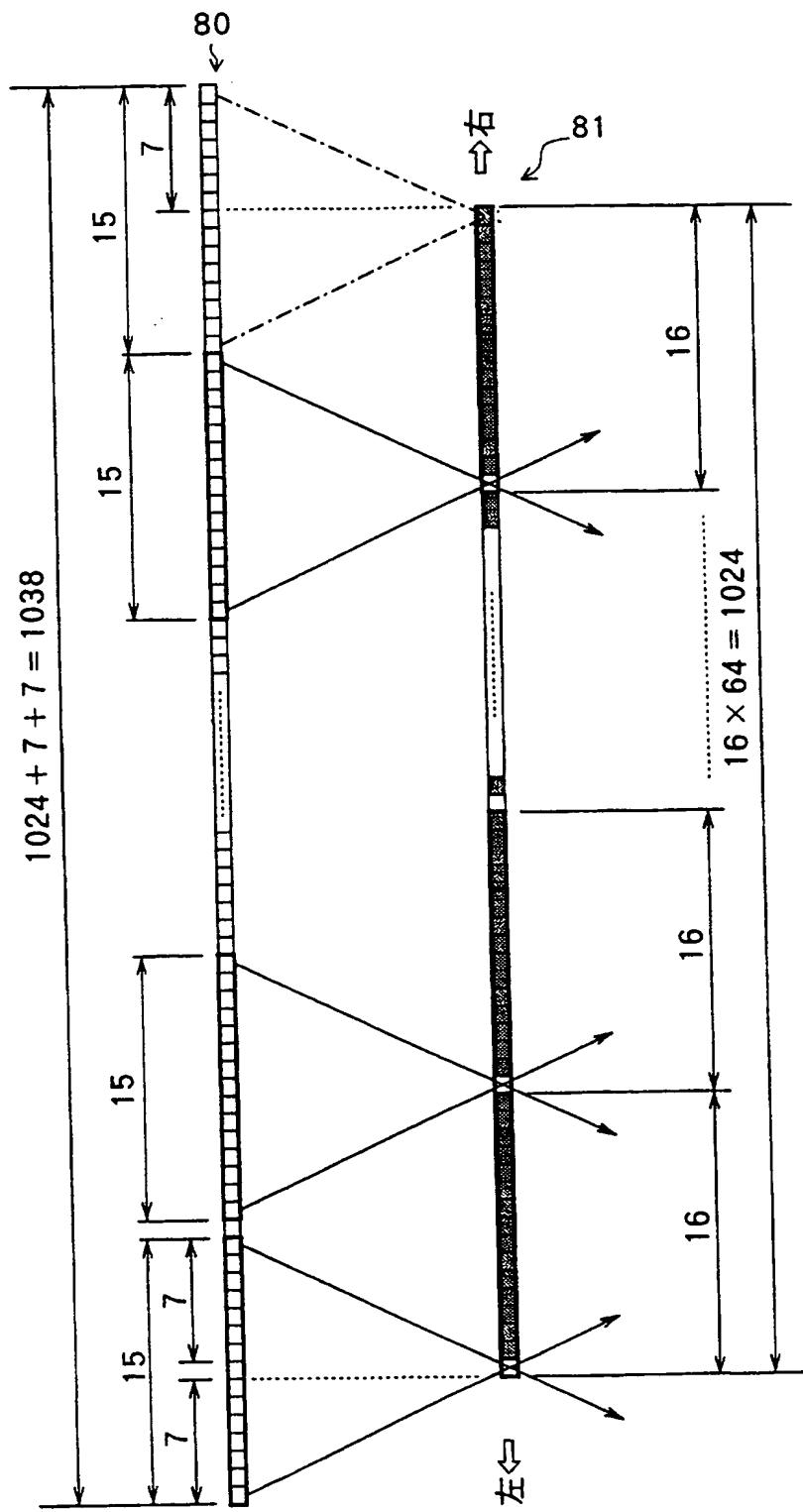


第32B図



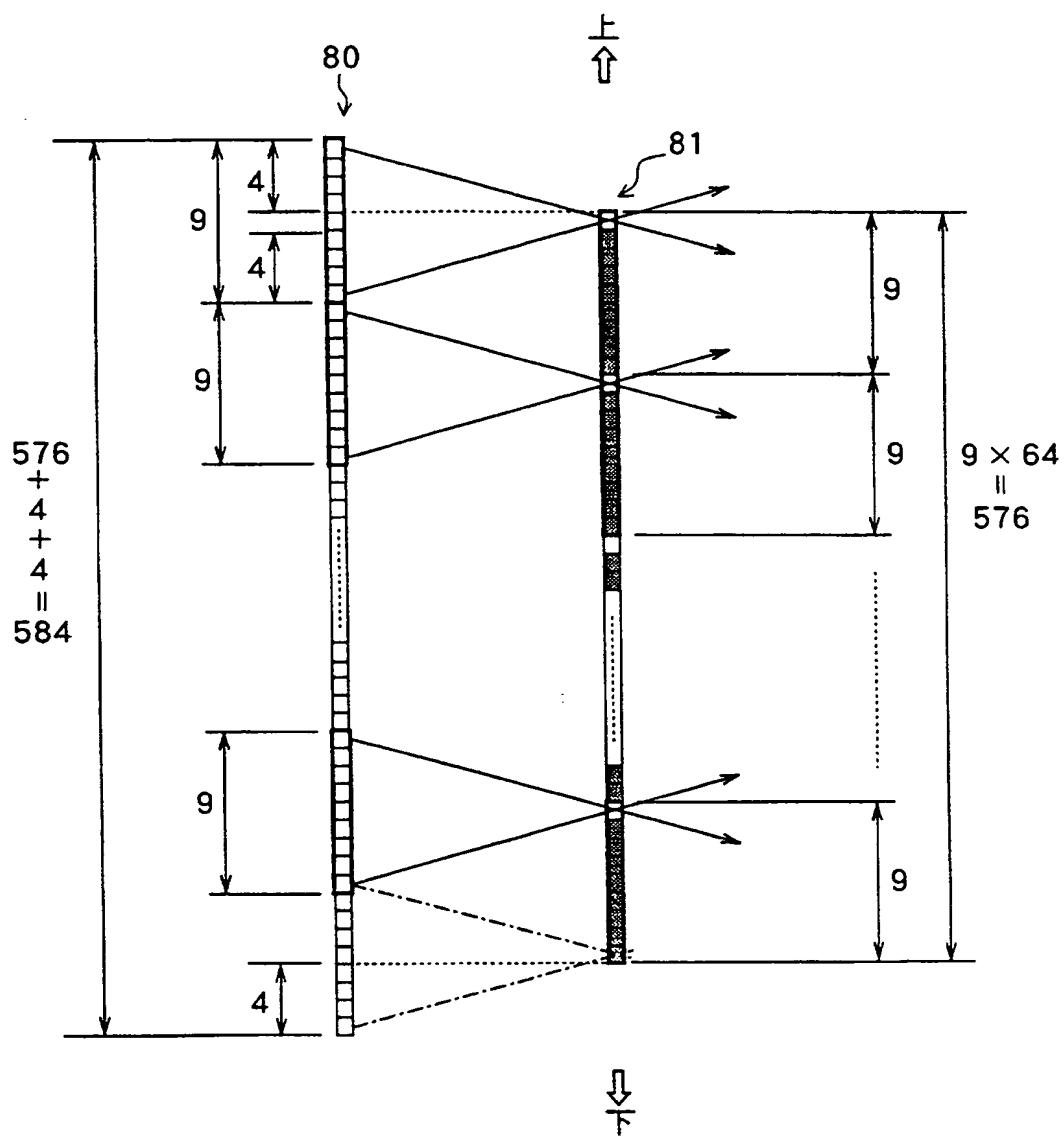
第32C図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第33図

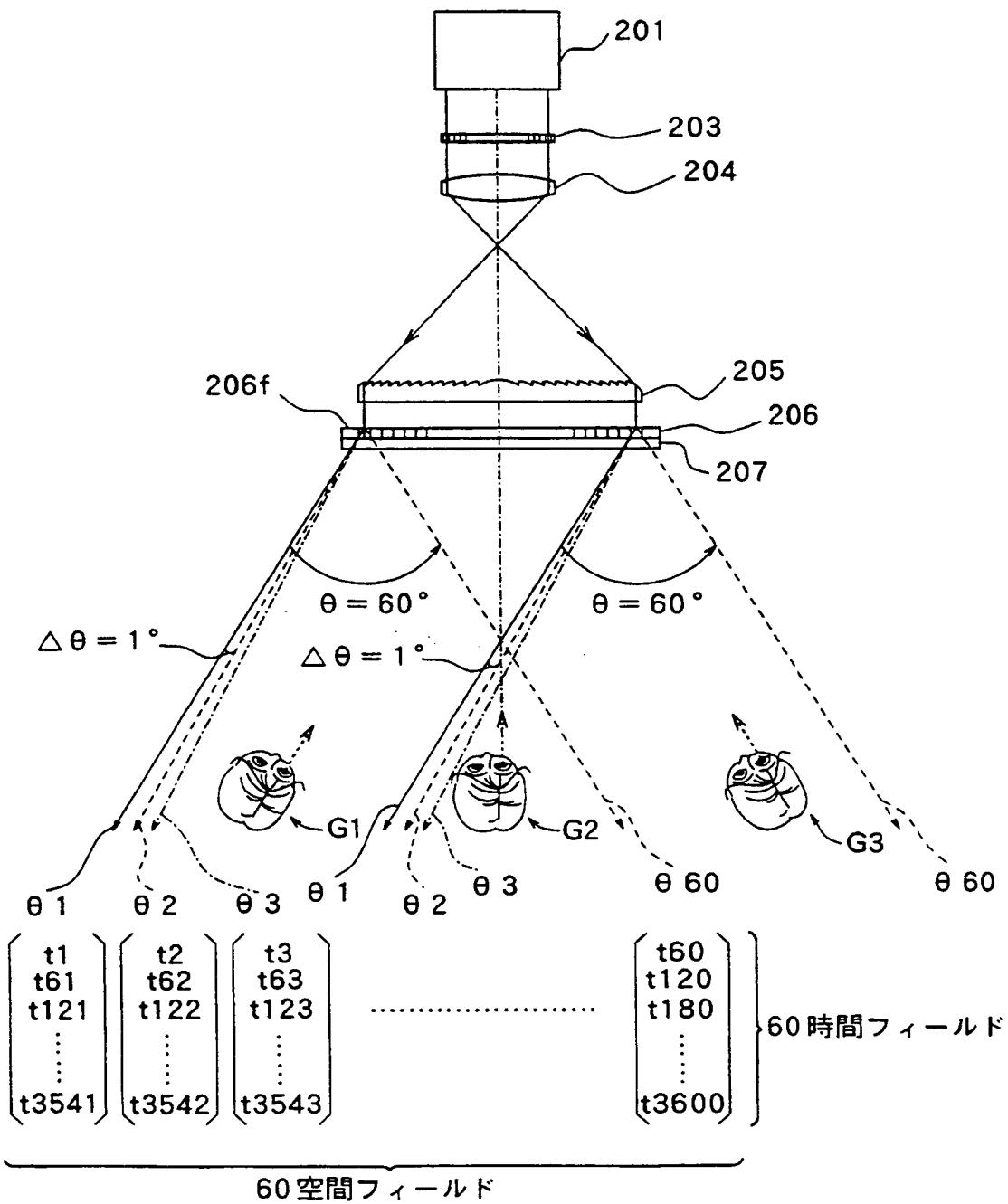
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



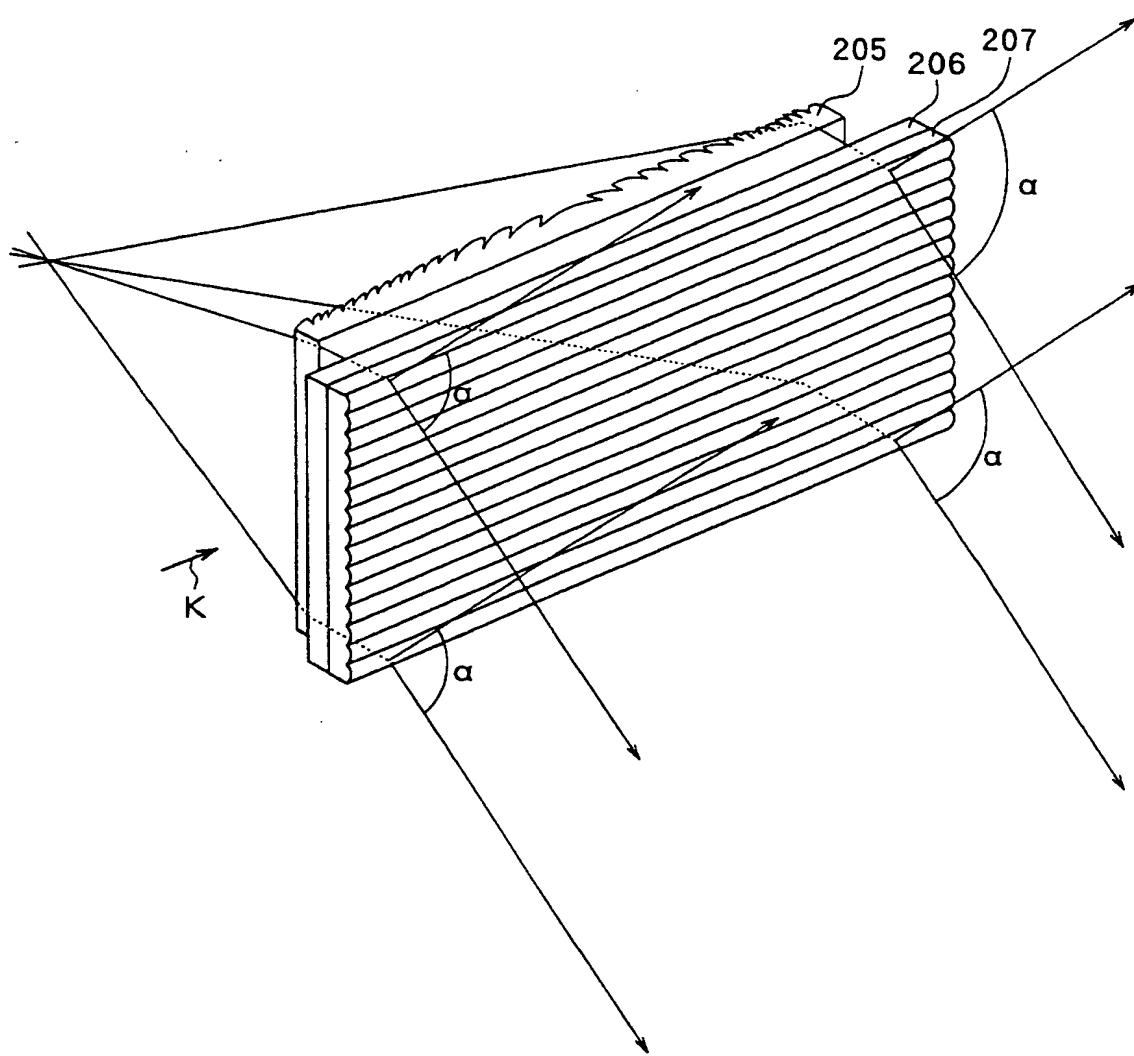
第34図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第35図



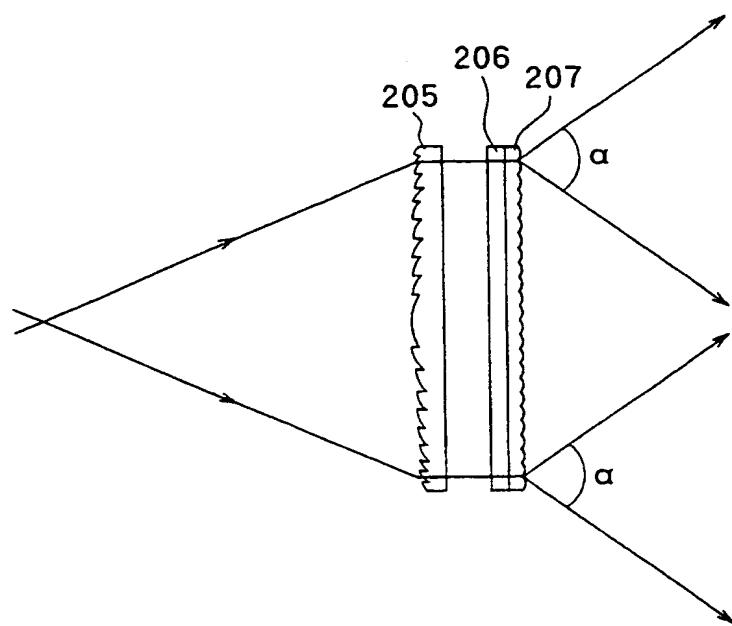
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



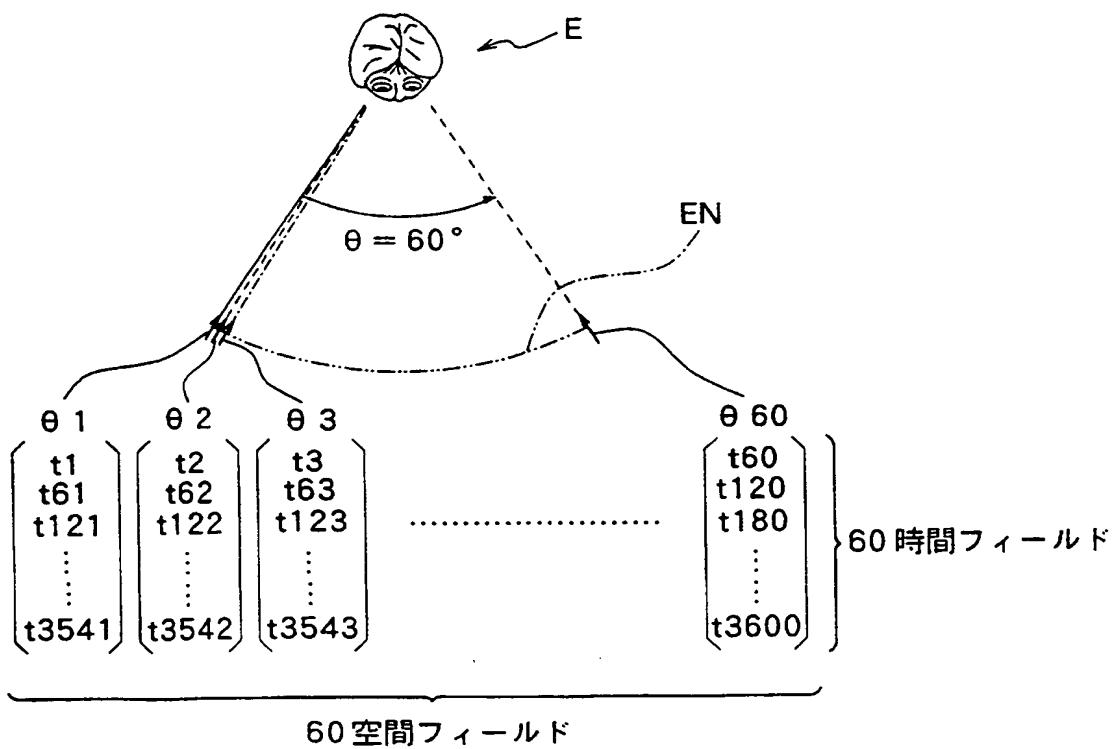
第36図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

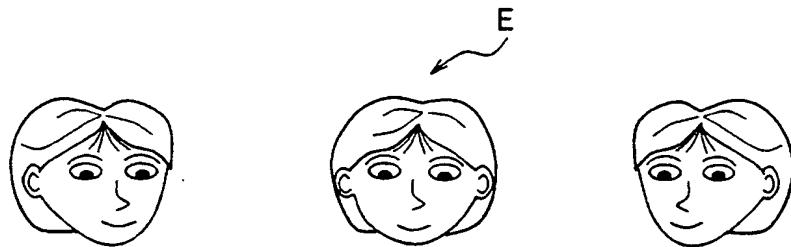
第37図



第38図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



t1 [θ 1]

第39A図

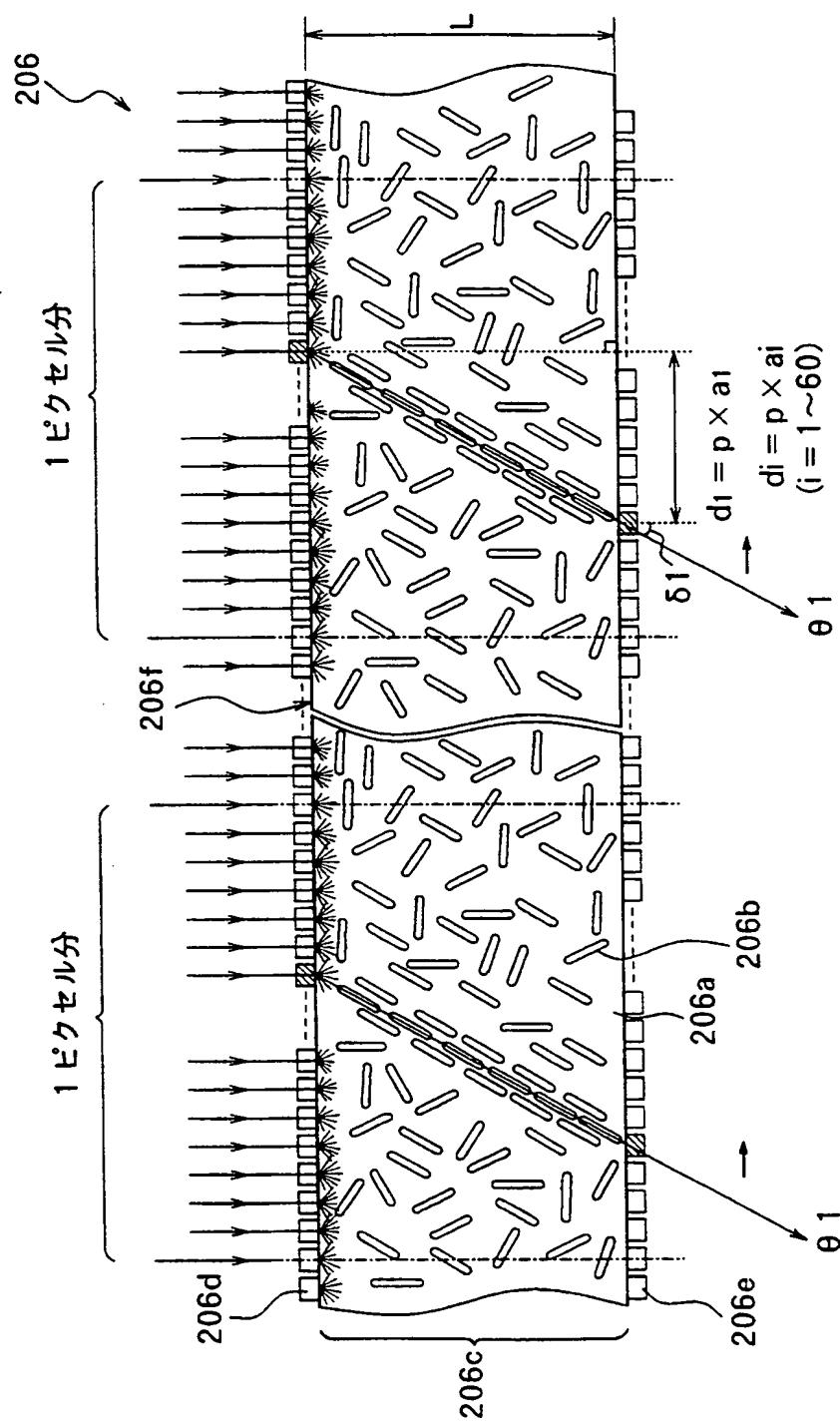
t30 [θ 30]

第39B図

t60 [θ 60]

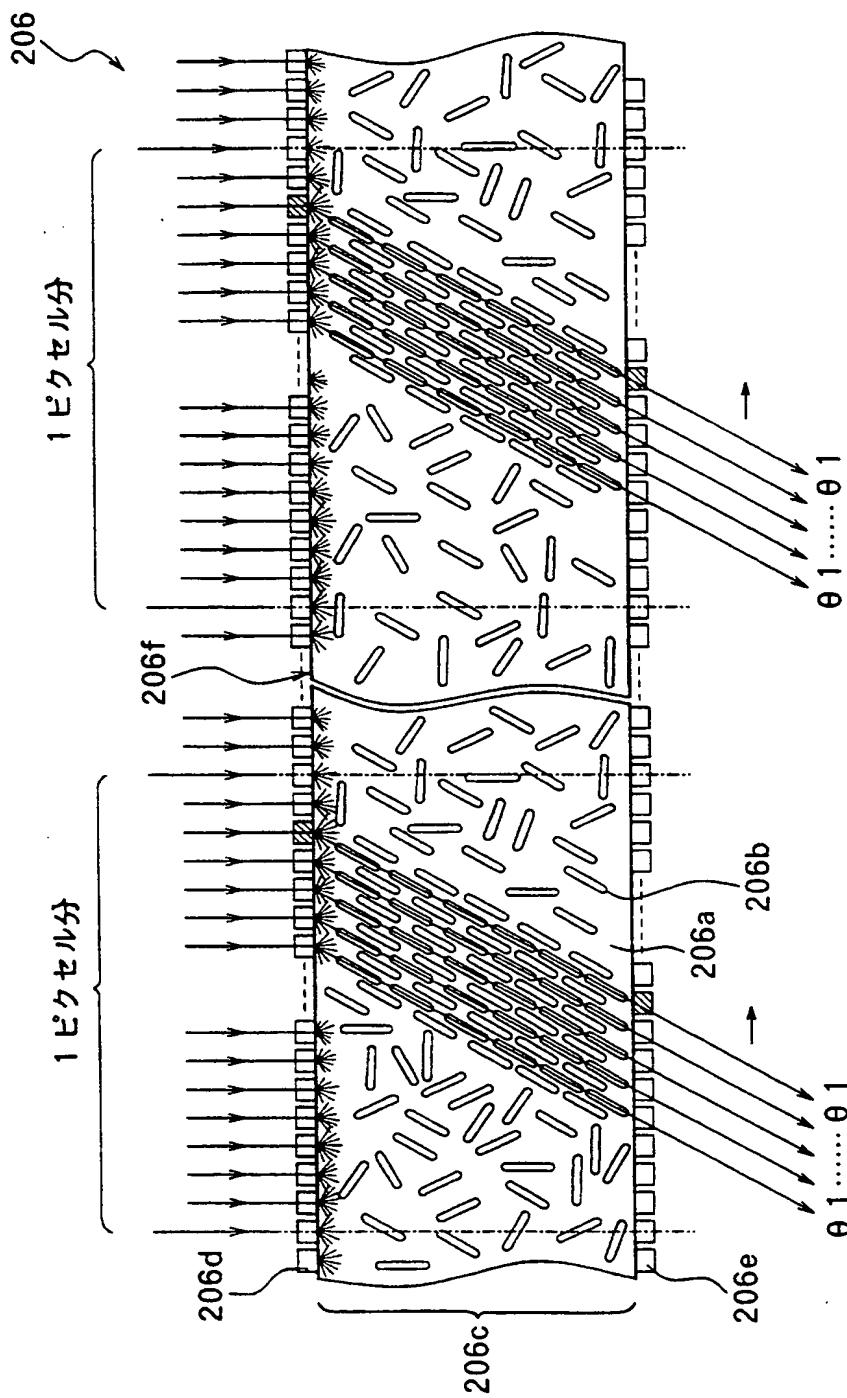
第39C図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



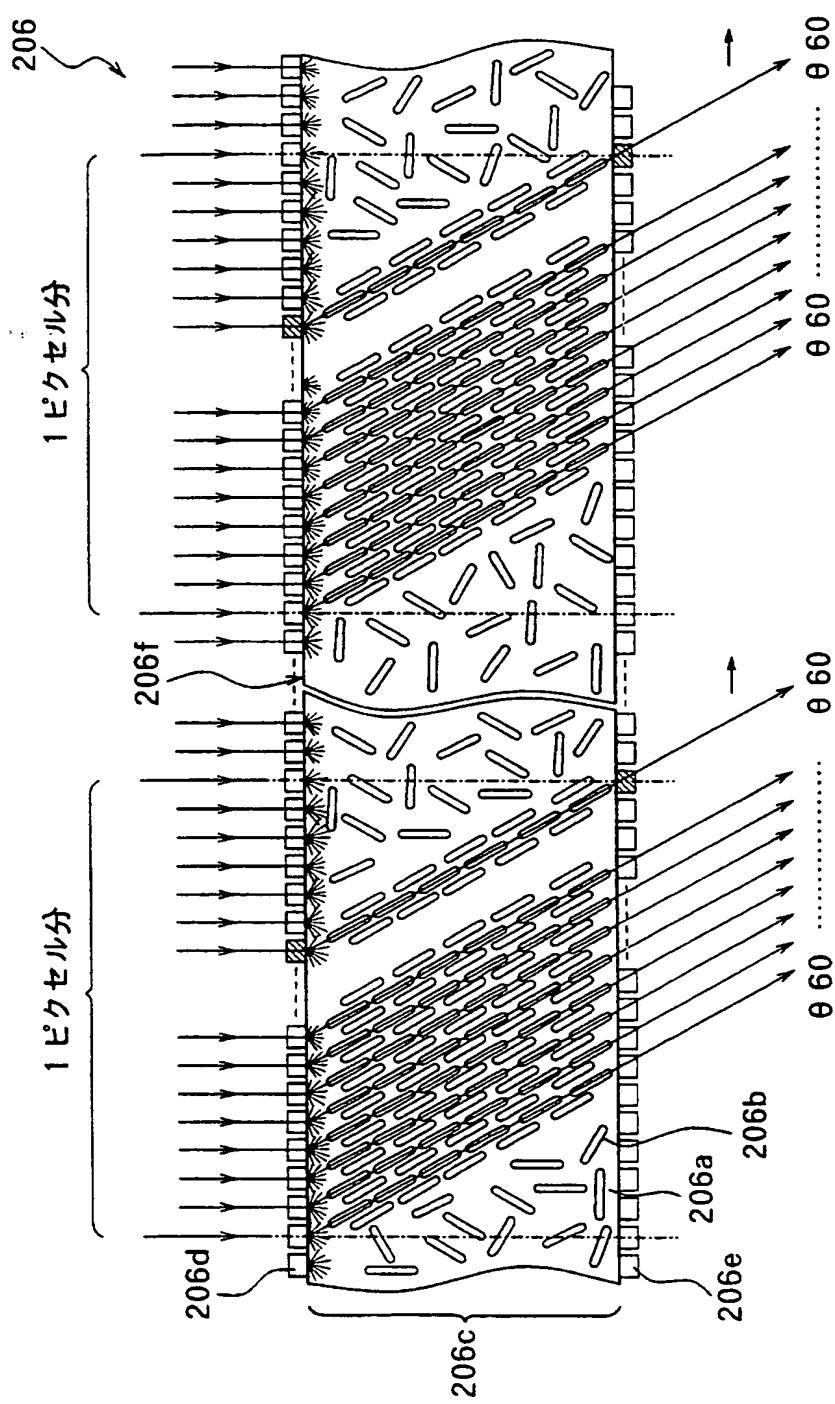
第40図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



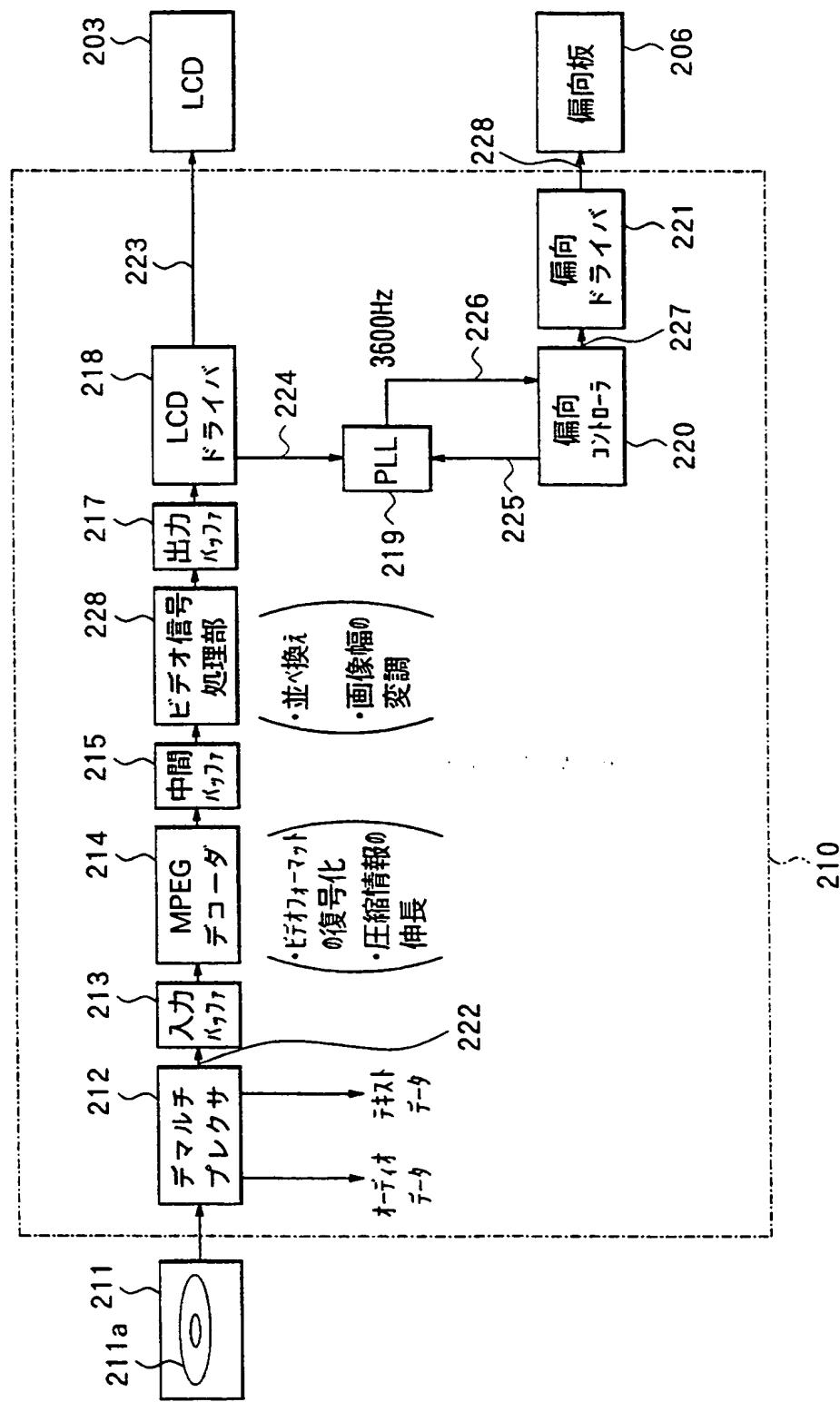
第41図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



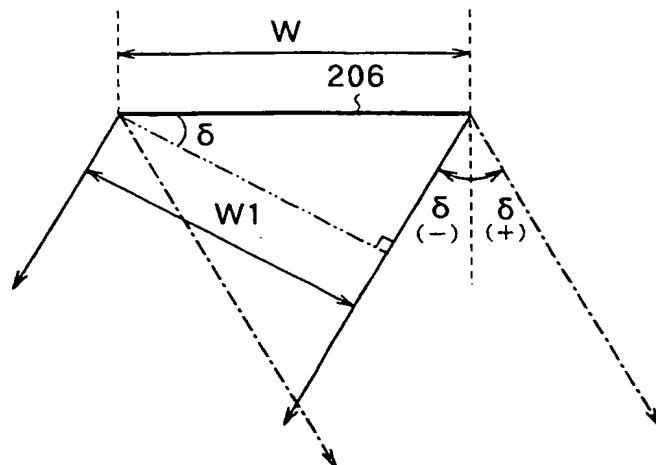
第42図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

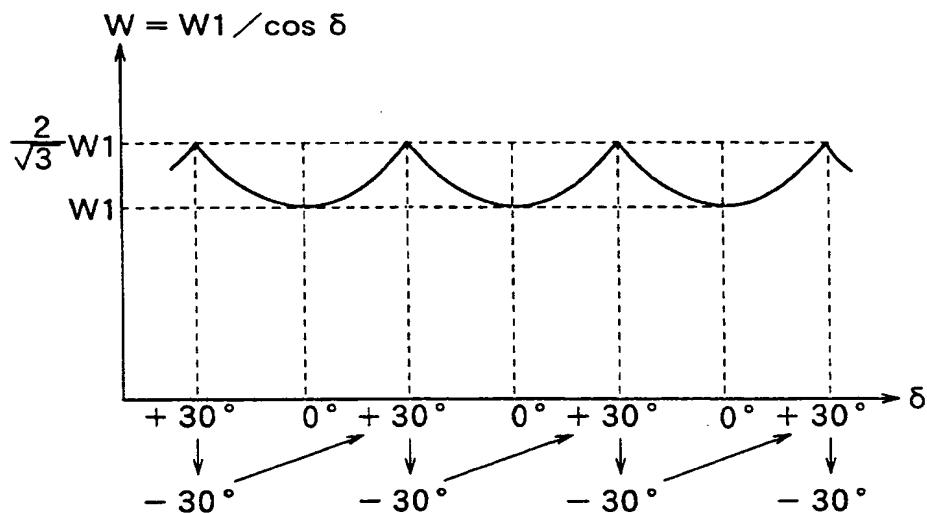


第43図

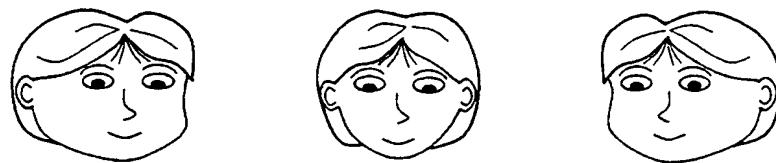
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第44図



第45図


 $\delta = -30^\circ$   
 $(t_1[\theta_1])$ 

第46A図

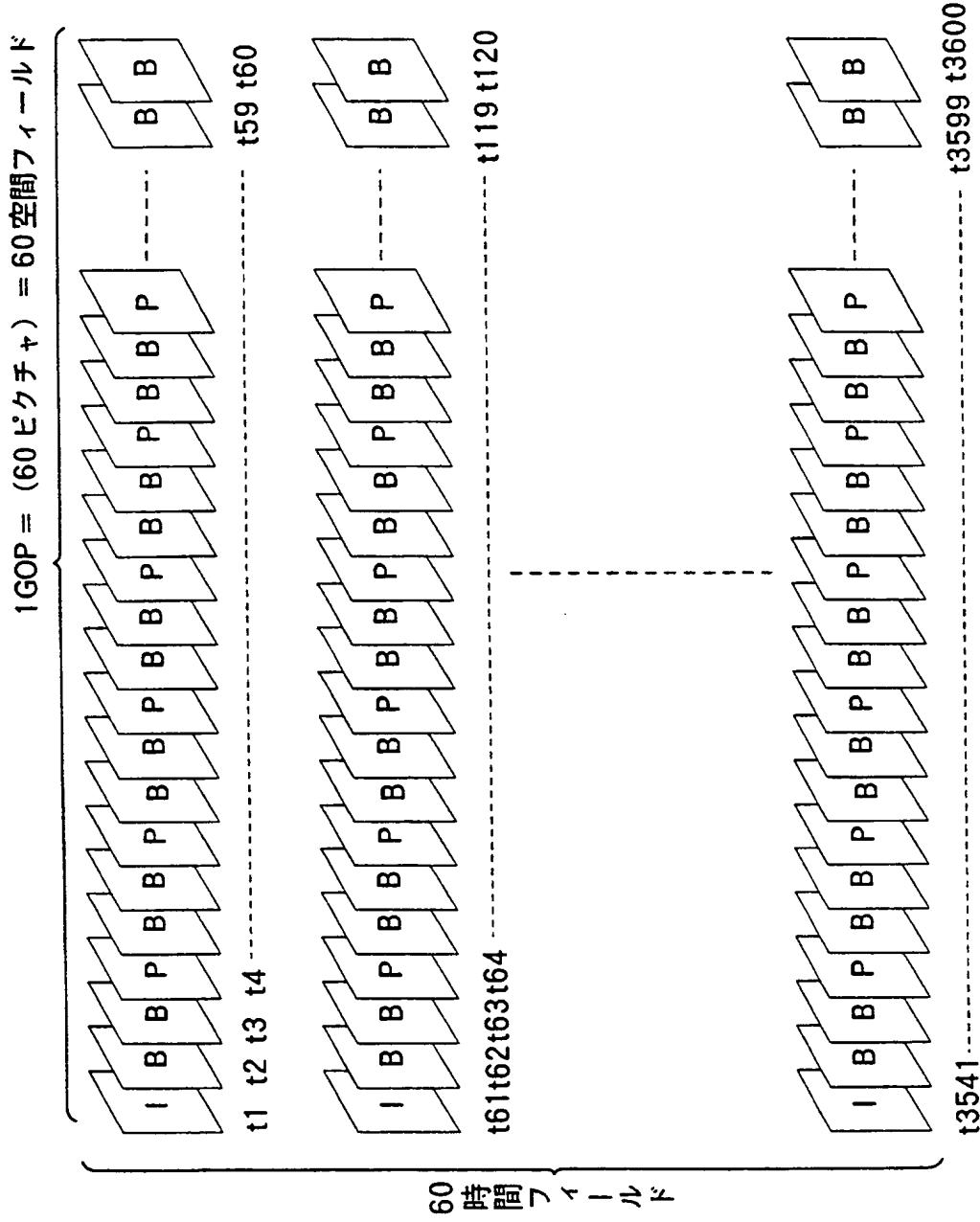
 $\delta = 0^\circ$   
 $(t_{30}[\theta_{30}])$ 

第46B図

 $\delta = +30^\circ$   
 $(t_{60}[\theta_{60}])$ 

第46C図

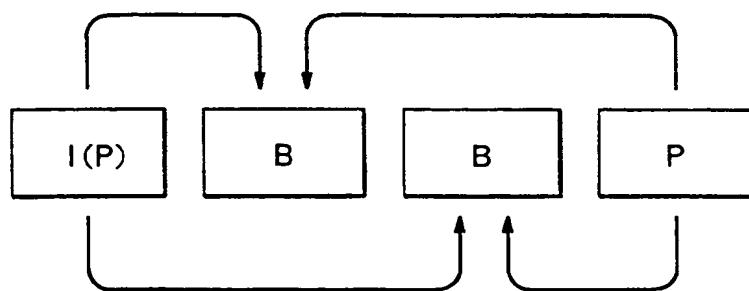
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



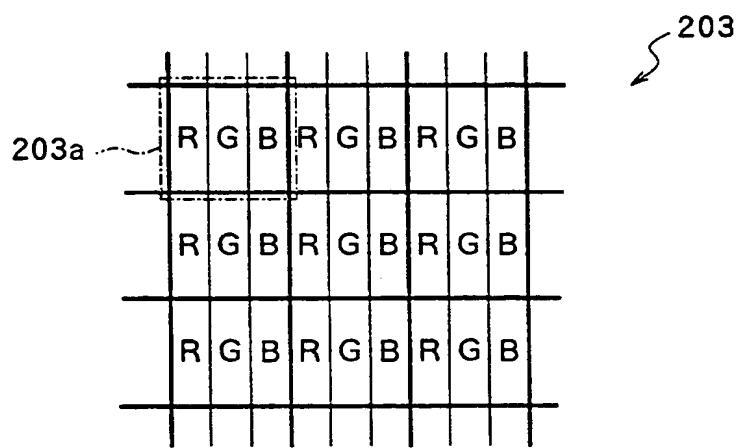
第47圖

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

42/82

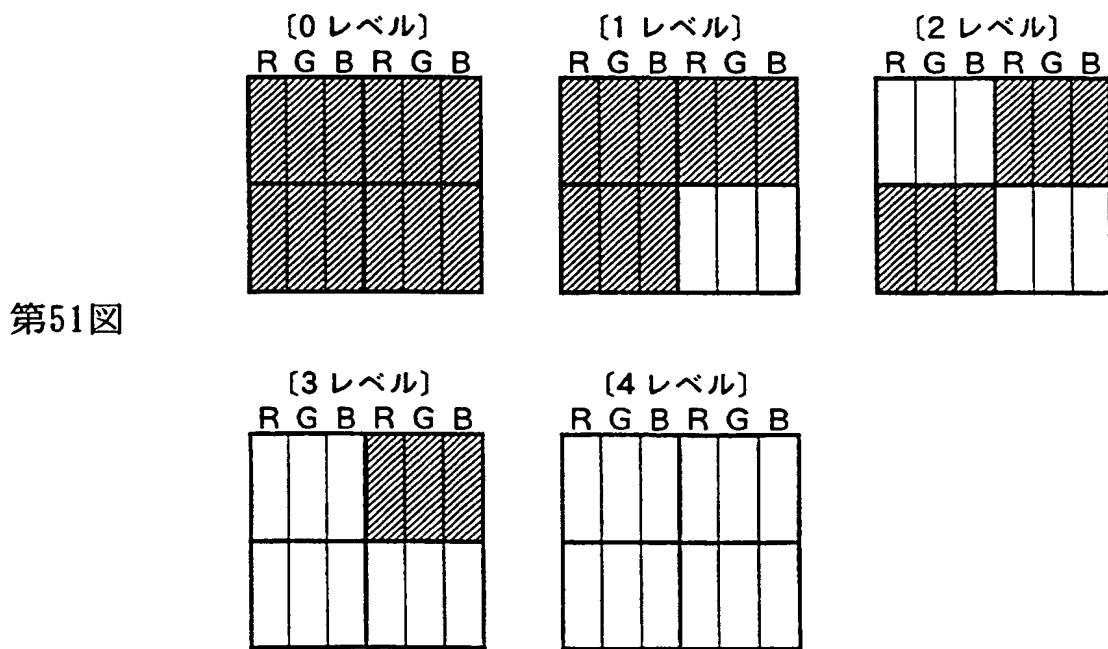
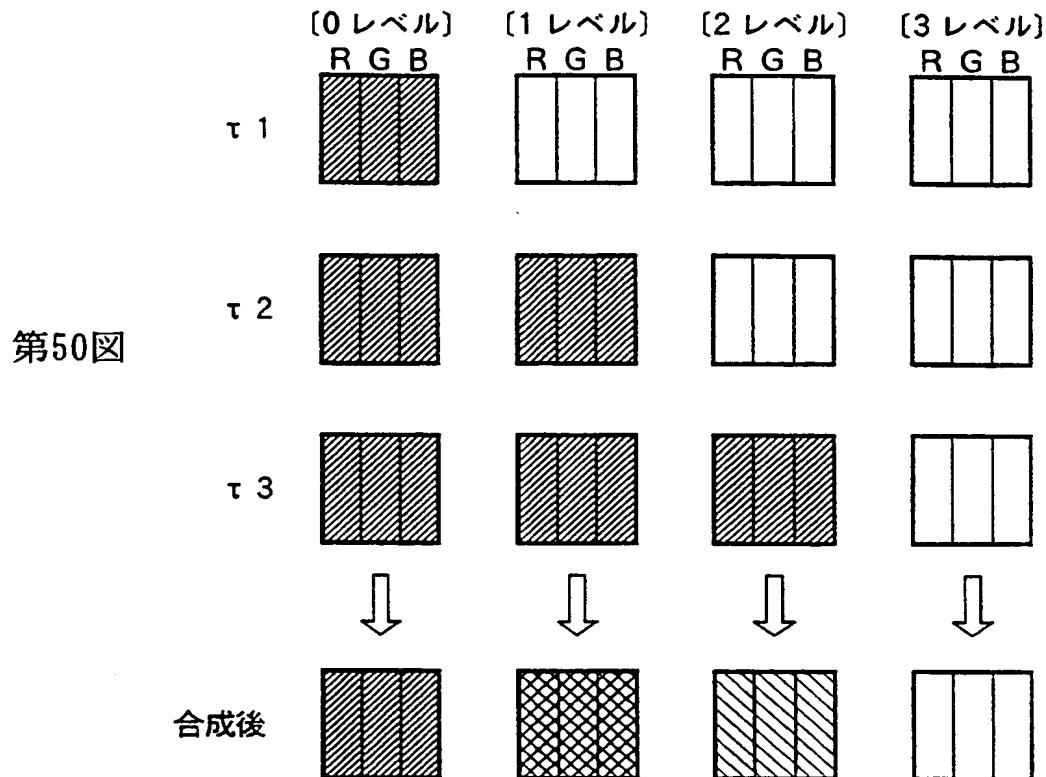


第48図



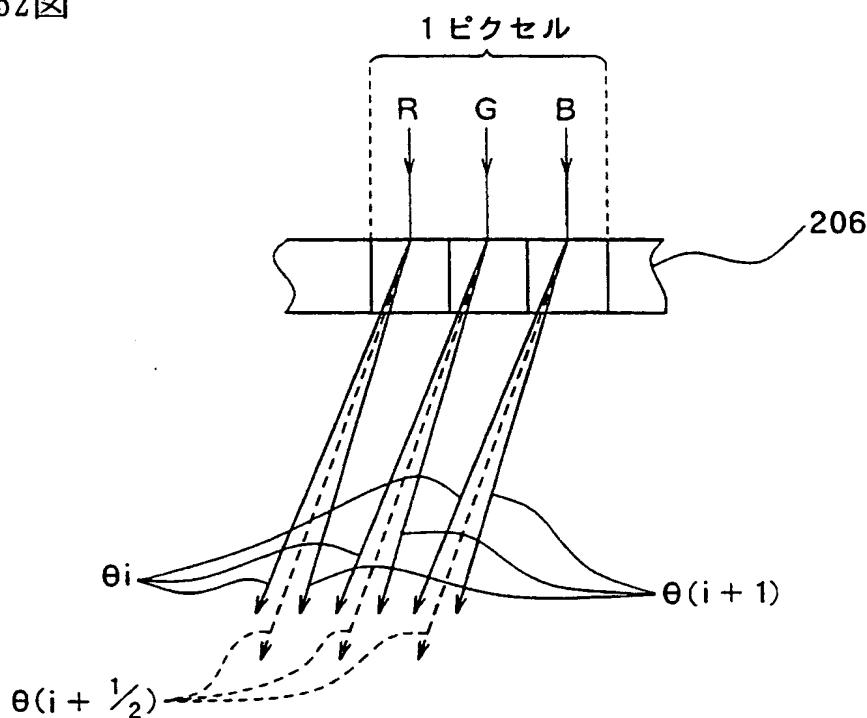
第49図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

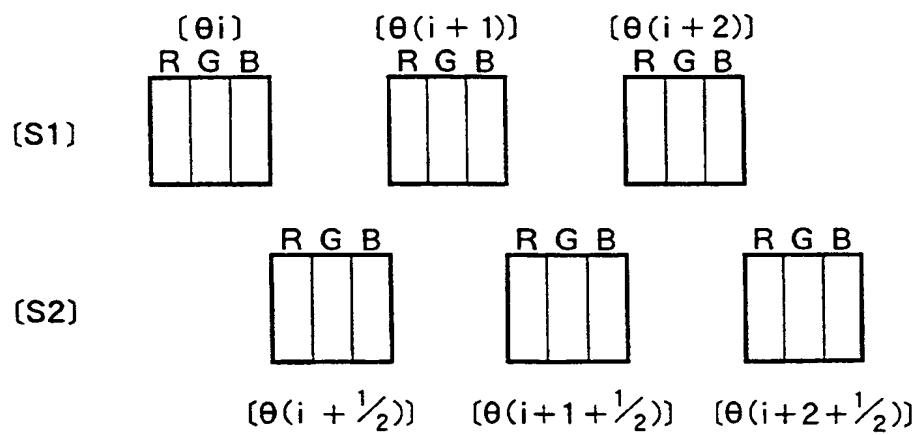


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

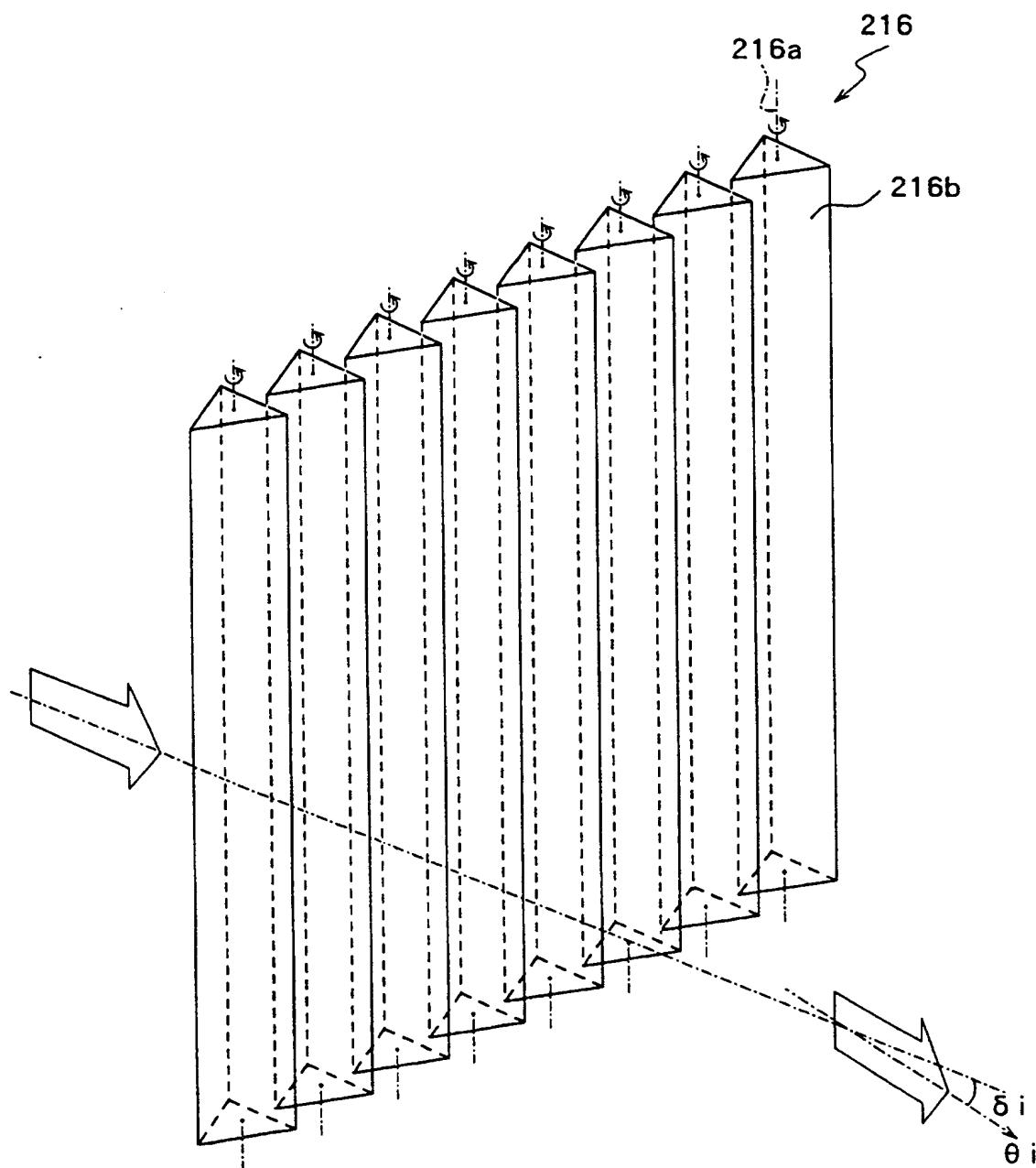
第52図



第53図

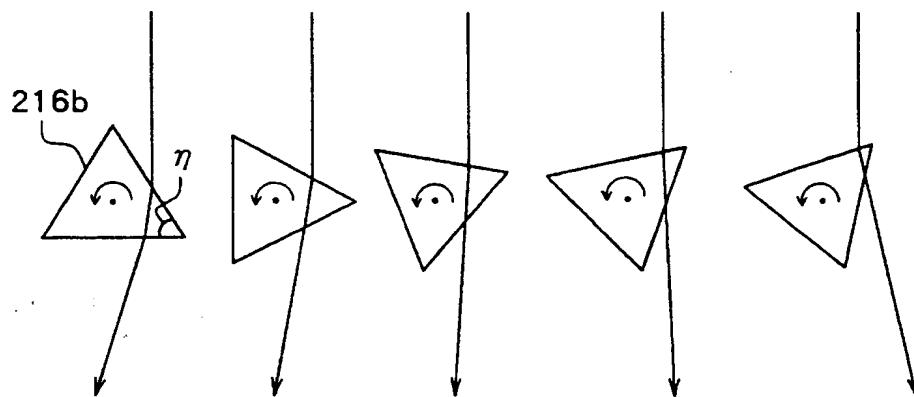


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第54図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



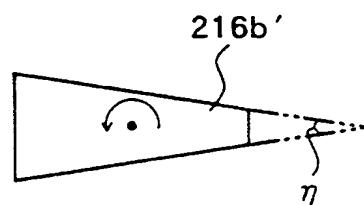
第55A図

第55B図

第55C図

第55D図

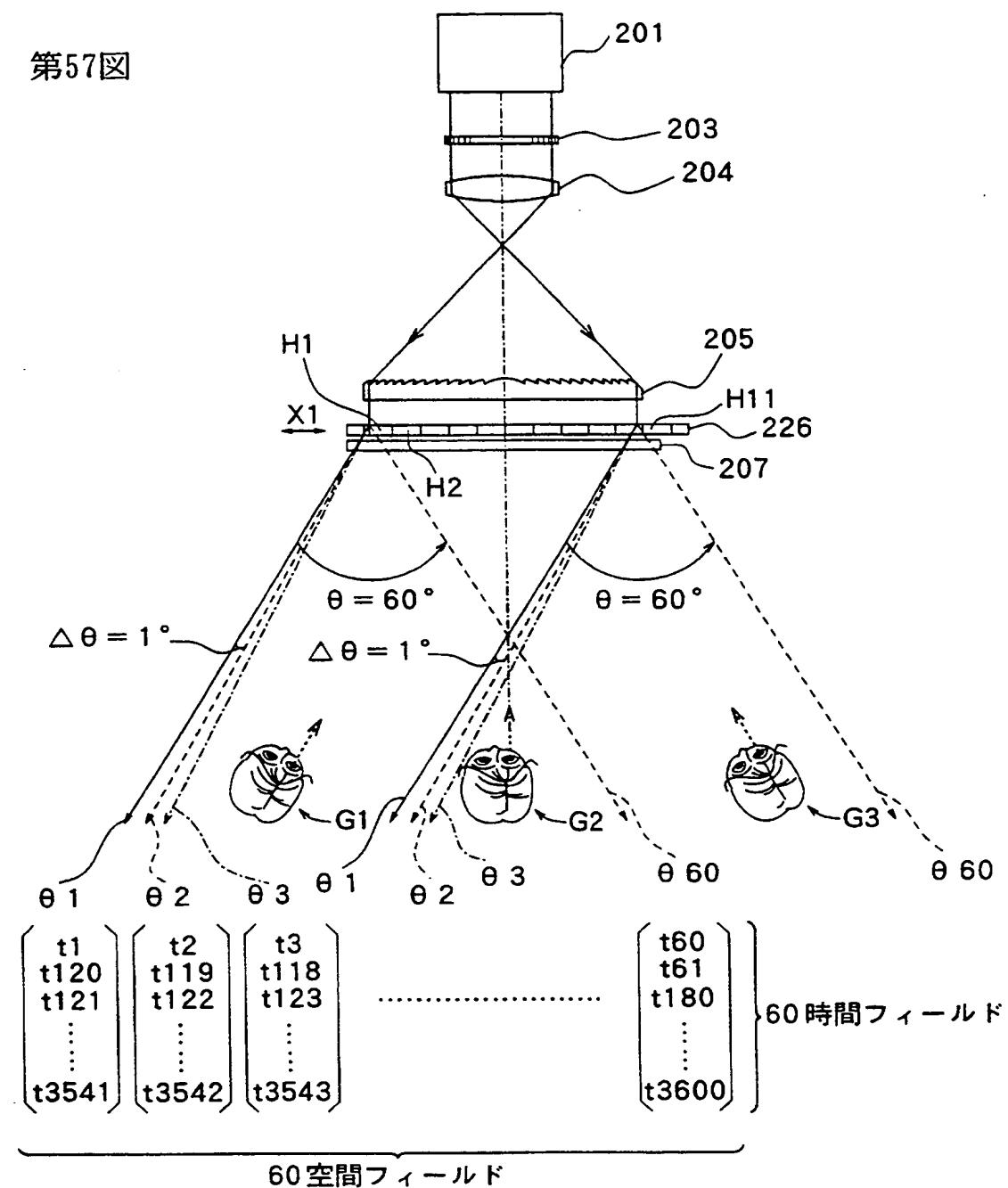
第55E図



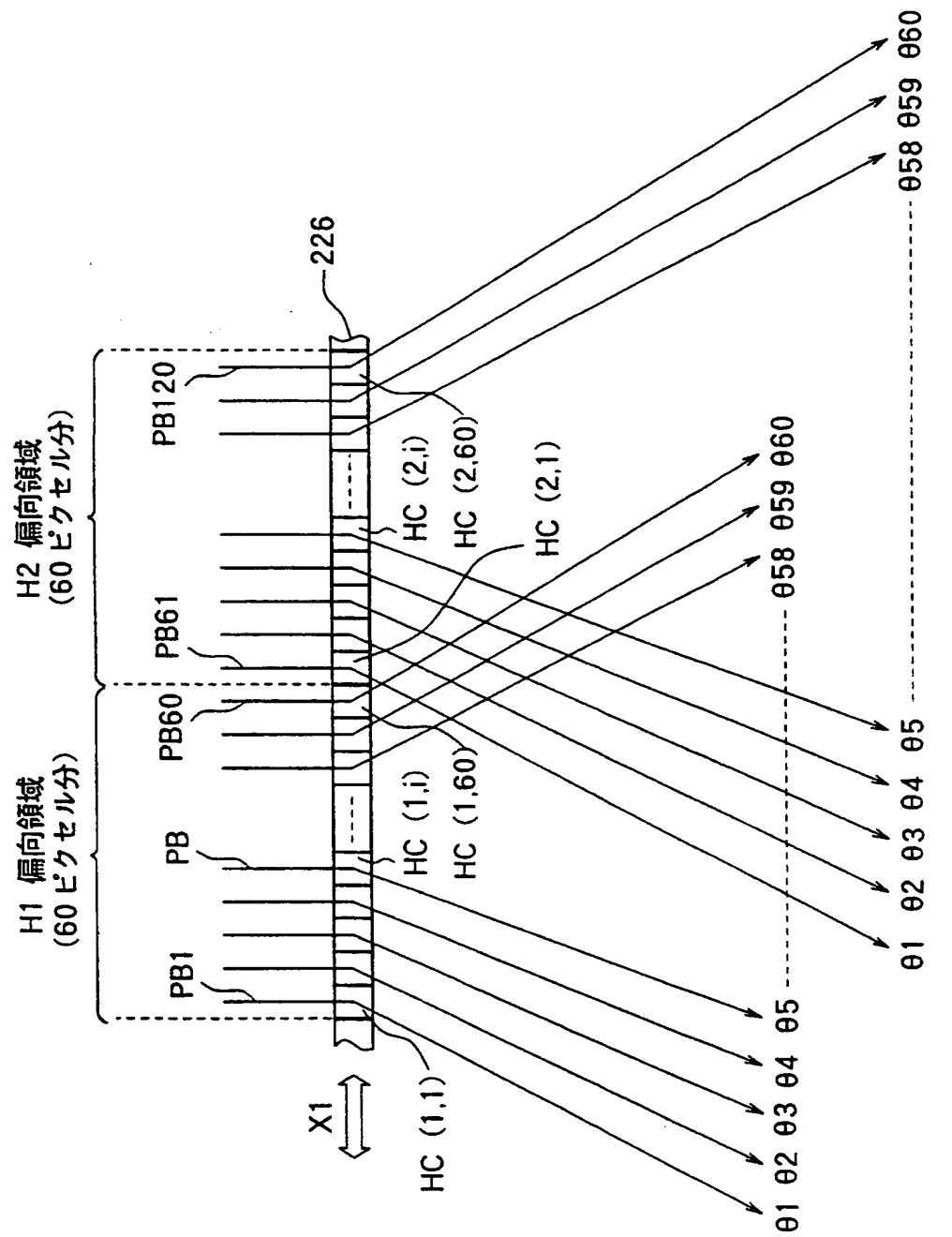
第56図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第57図

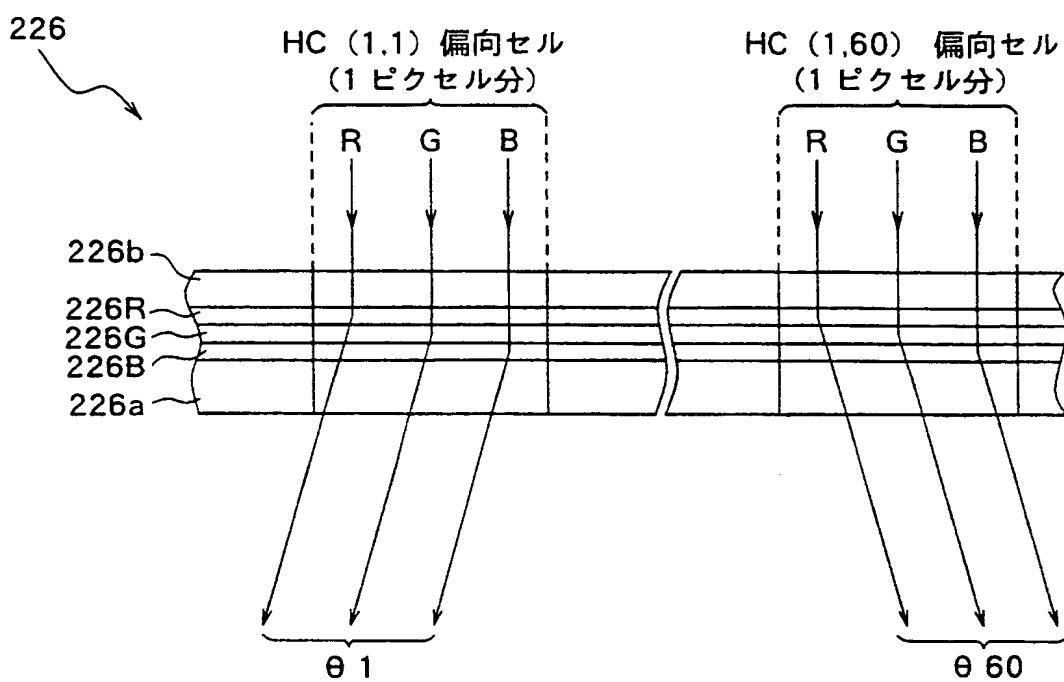


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



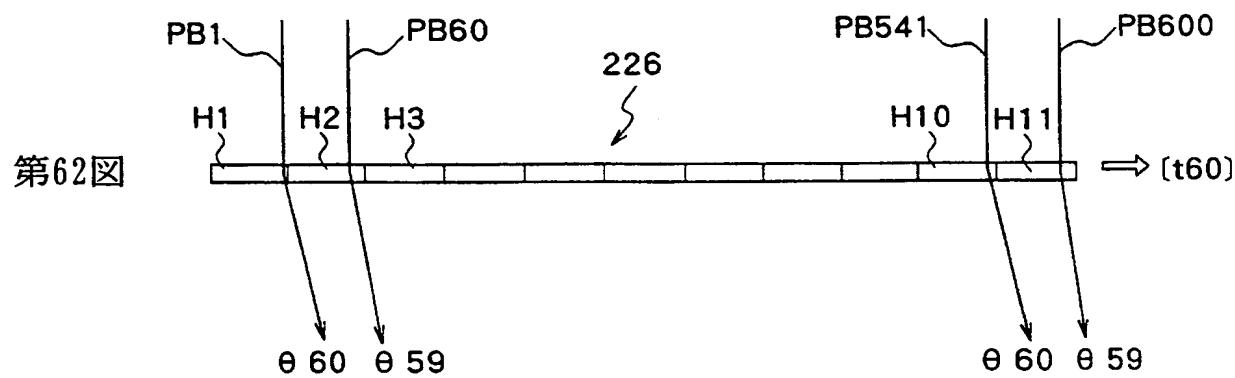
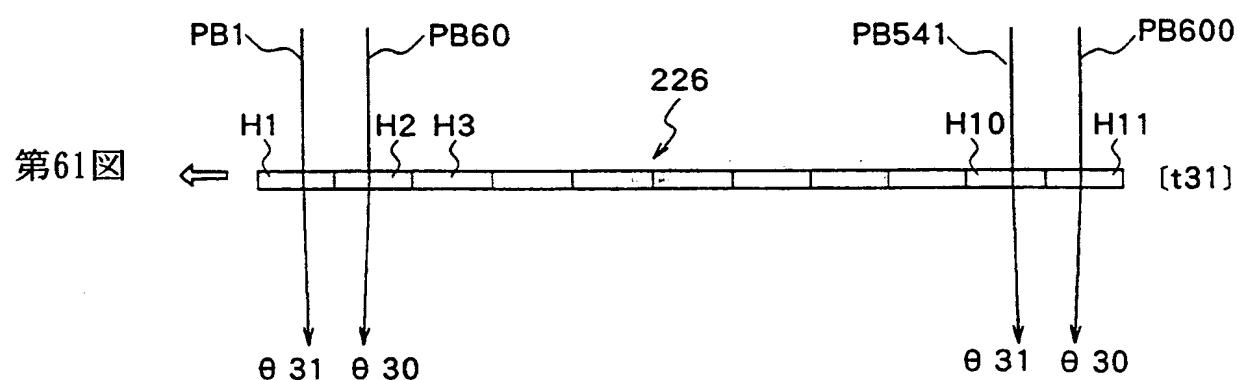
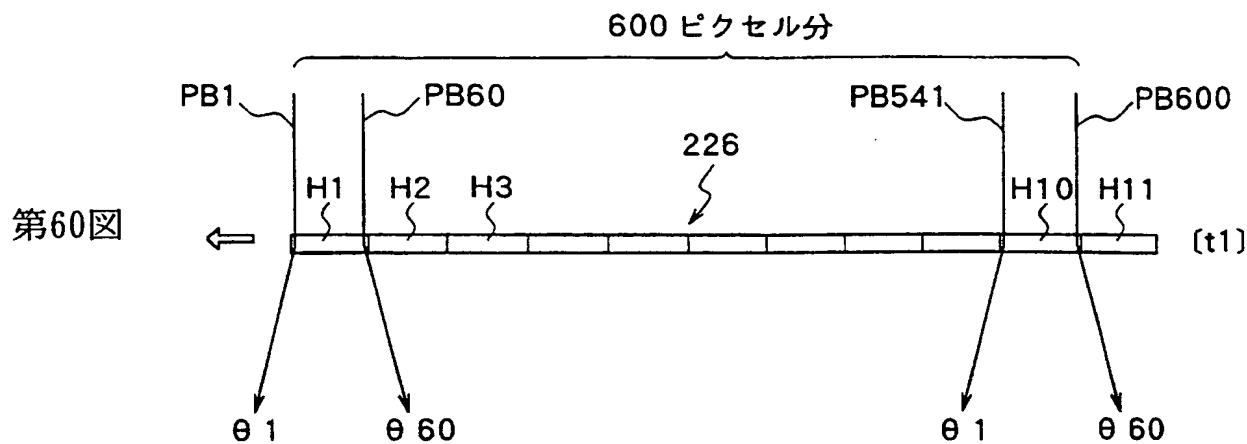
第58図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第59図

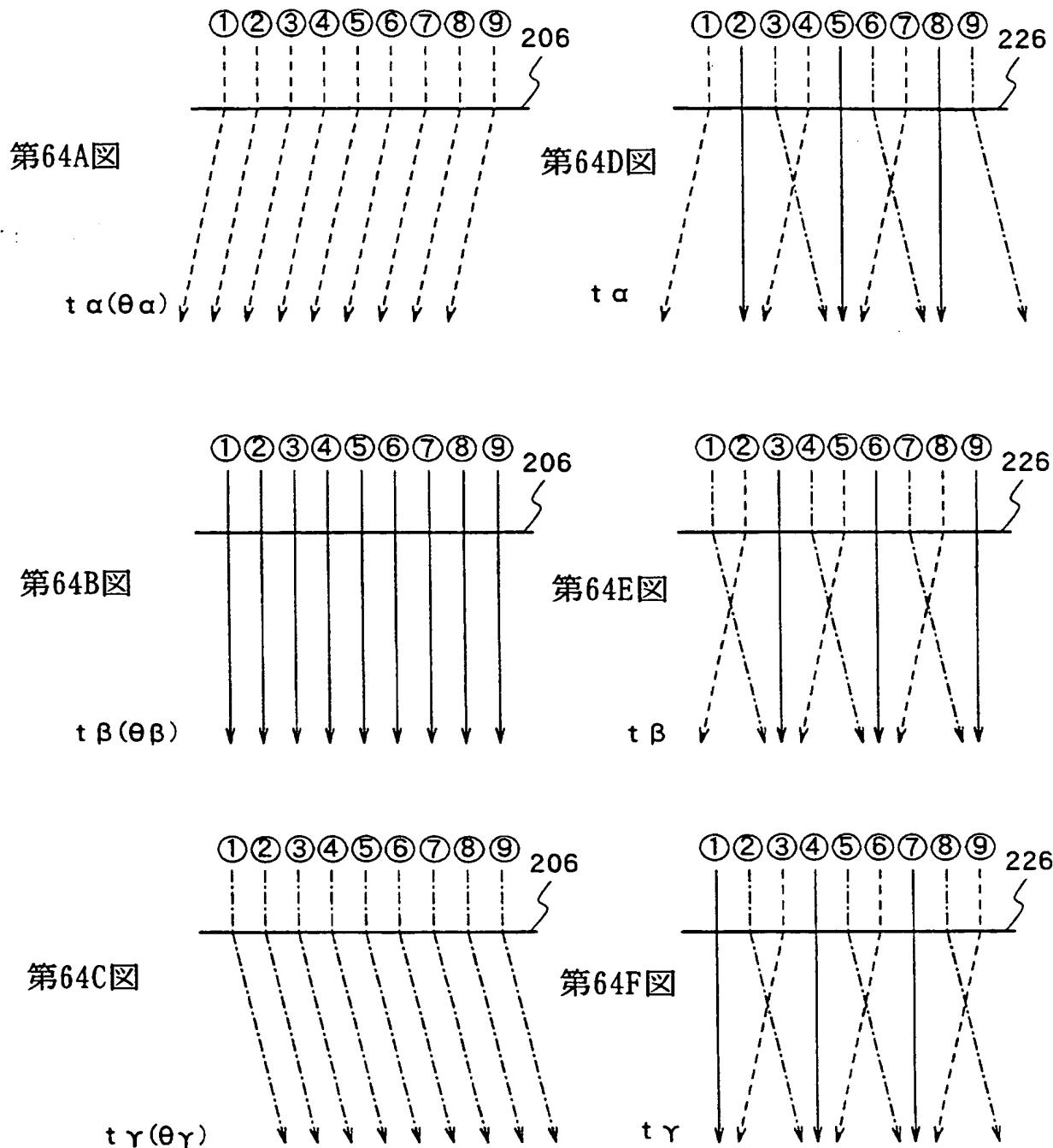
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

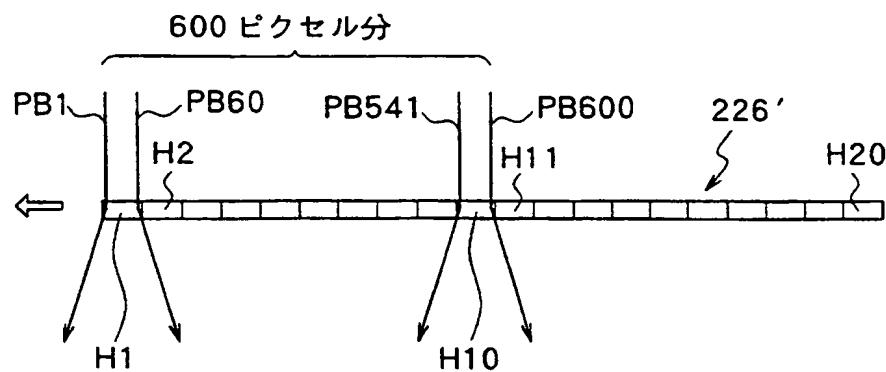
		偏向領域 H1						偏向領域 H2						偏向領域 H60					
tj	v	1	2	...	59	60	61	62	...	119	120	121	122	...	541	542	...	599	600
60 空間 フィールド	t59	059	060	...	057	058	059	060	...	057	058	059	060	...	059	060	...	057	058
	t60	060	01	...	058	059	060	01	...	058	059	060	01	...	060	01	...	058	059
	t61	060	01	...	058	059	060	01	...	058	059	060	01	...	060	01	...	058	059
	t62	059	060	...	057	058	059	060	...	057	058	059	060	...	059	060	...	057	058
	t63	058	059	...	056	057	058	059	...	056	057	058	059	...	058	059	...	056	057
	t119	02	03	...	060	01	02	03	...	060	01	02	03	...	02	03	...	060	01
60 空間 フィールド	t120	01	02	...	059	060	01	02	...	059	060	01	02	...	01	02	...	059	060
	t121	01	02	...	059	060	01	02	...	059	060	01	02	...	01	02	...	059	060
	t122	02	03	...	060	01	02	03	...	060	01	02	03	...	02	03	...	060	01
	t123	03	04	...	01	02	03	04	...	01	02	03	04	...	03	04	...	01	02
	t179	059	060	...	057	058	059	060	...	057	058	059	060	...	059	060	...	057	058
	t180	060	01	...	058	059	060	01	...	058	059	060	01	...	060	01	...	058	059
60 空間 フィールド	t3541	060	01	...	058	059	060	01	...	058	059	060	01	...	060	01	...	058	059
	t3542	059	060	...	057	058	059	060	...	057	058	059	060	...	059	060	...	057	058
	t3543	058	059	...	056	057	058	059	...	056	057	058	059	...	058	059	...	056	057
	t3599	02	03	...	060	01	02	03	...	060	01	02	03	...	02	03	...	060	01
	t3600	01	02	...	059	060	01	02	...	059	060	01	02	...	01	02	...	059	060

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

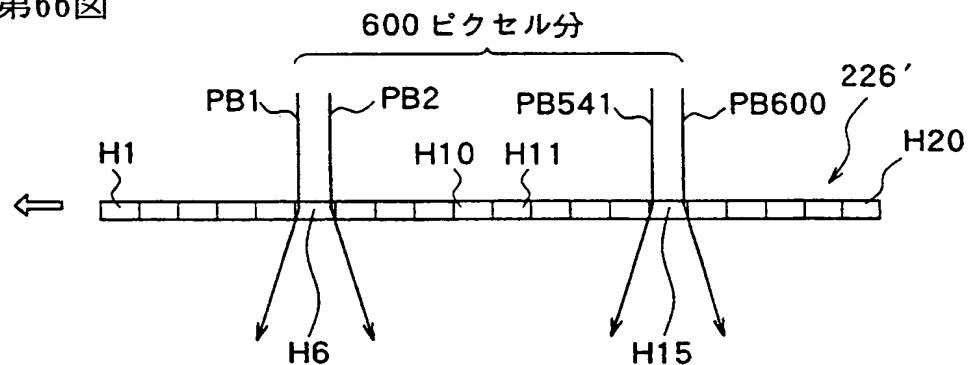


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

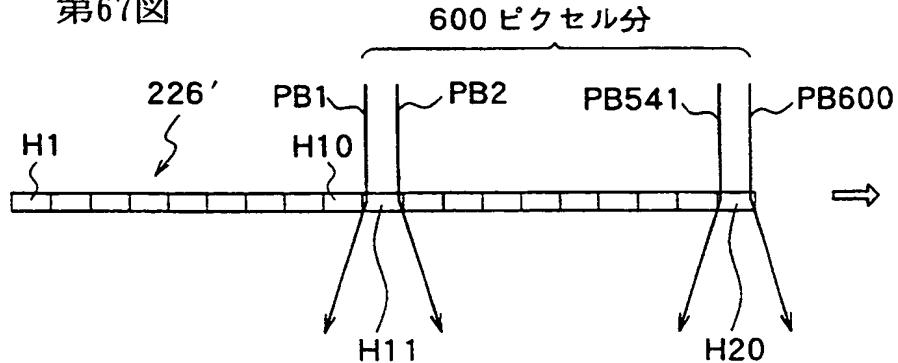
第65図



第66図

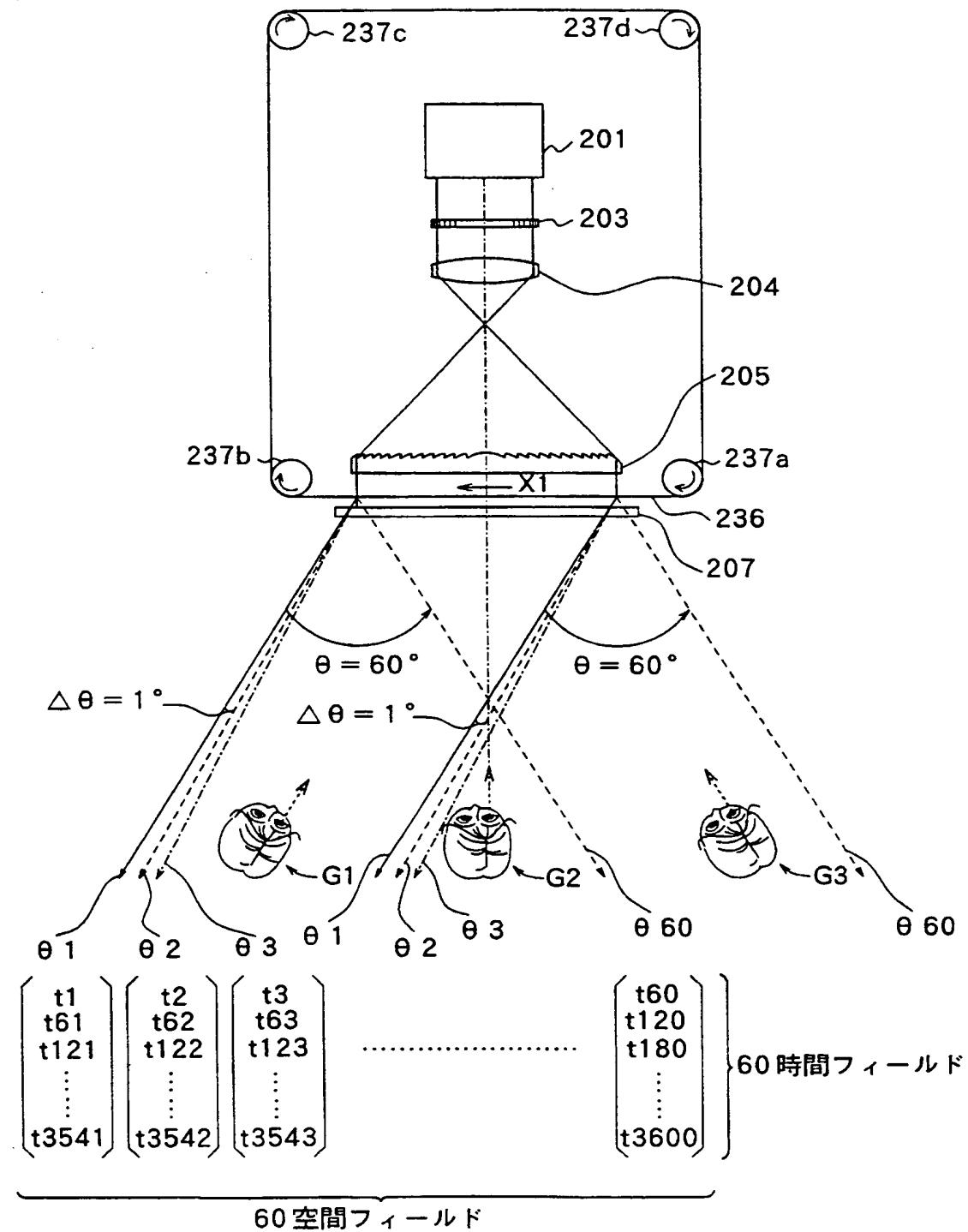


第67図



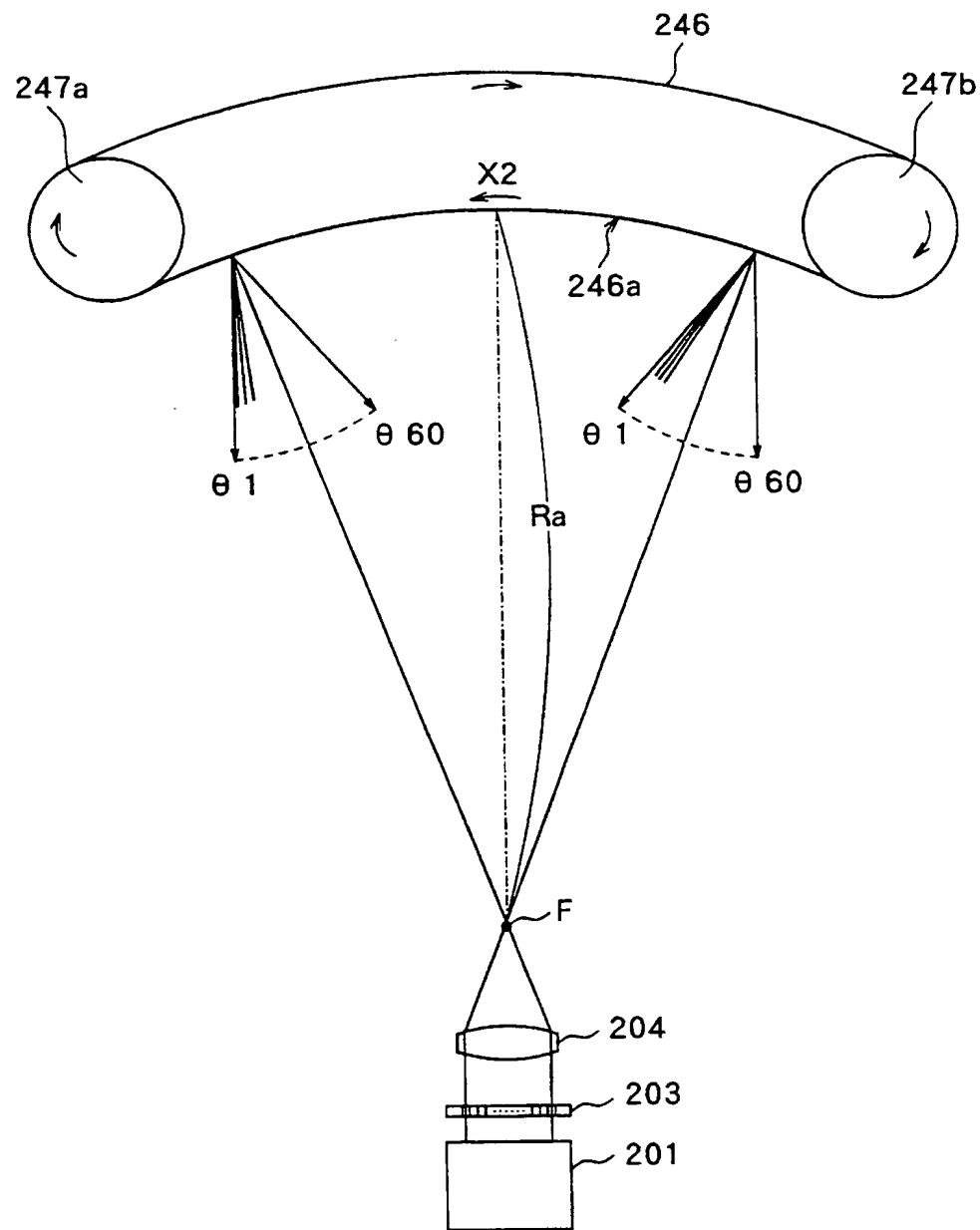
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第68図

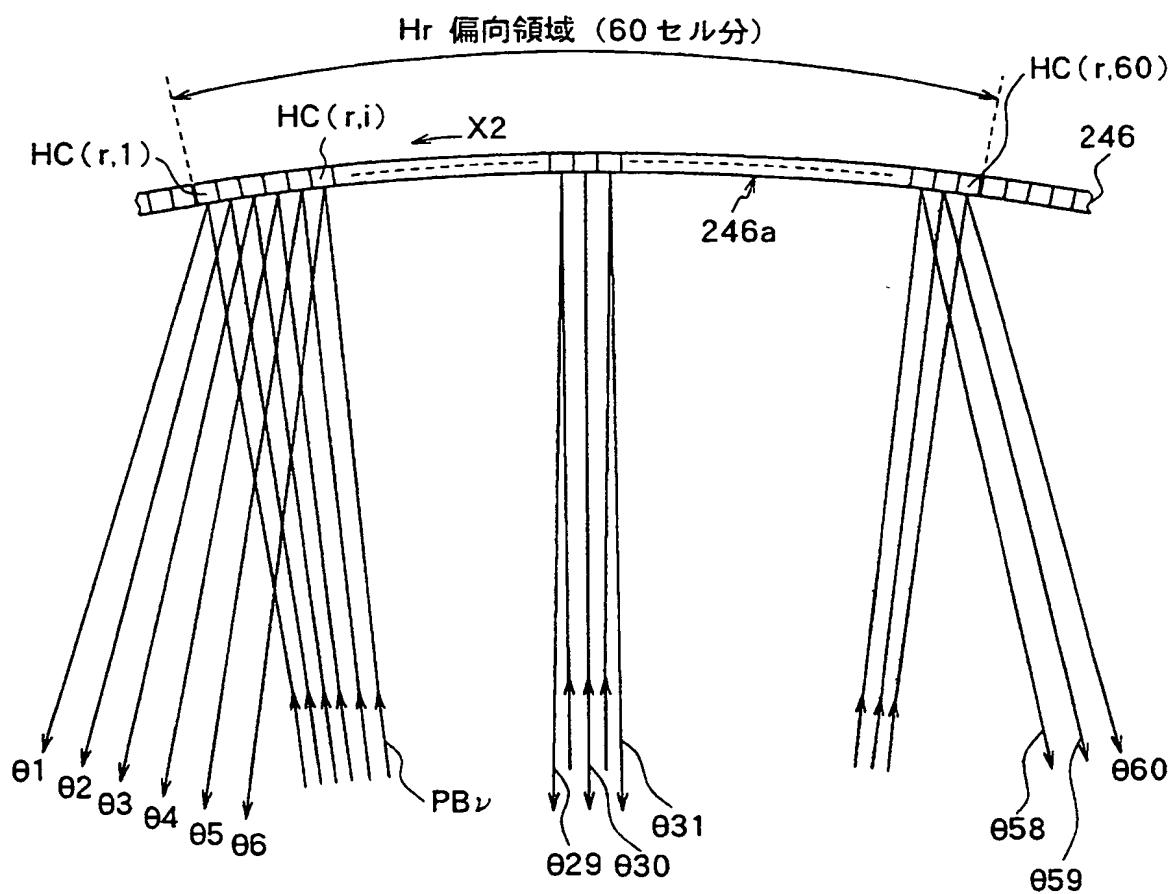


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第69図

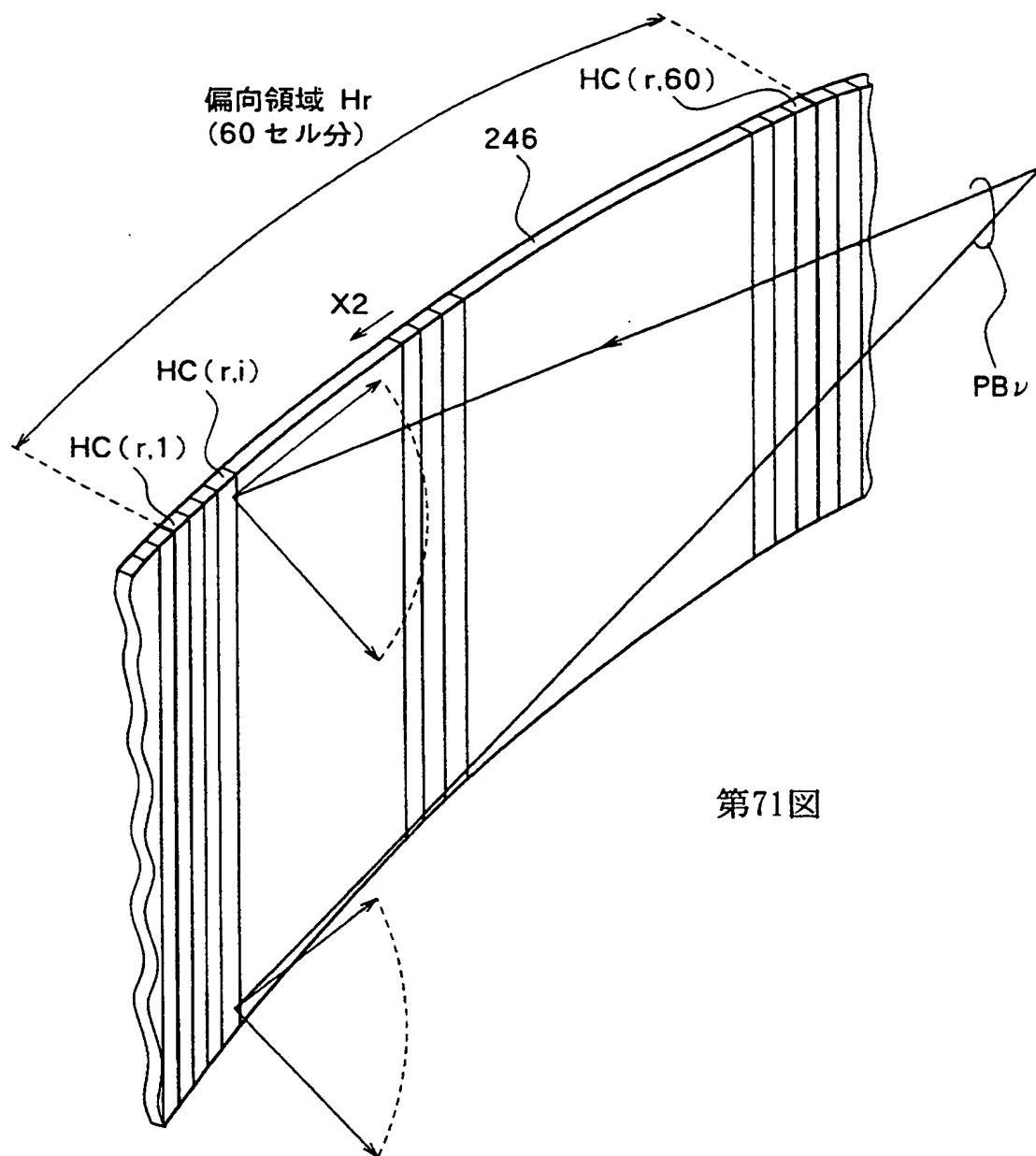


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



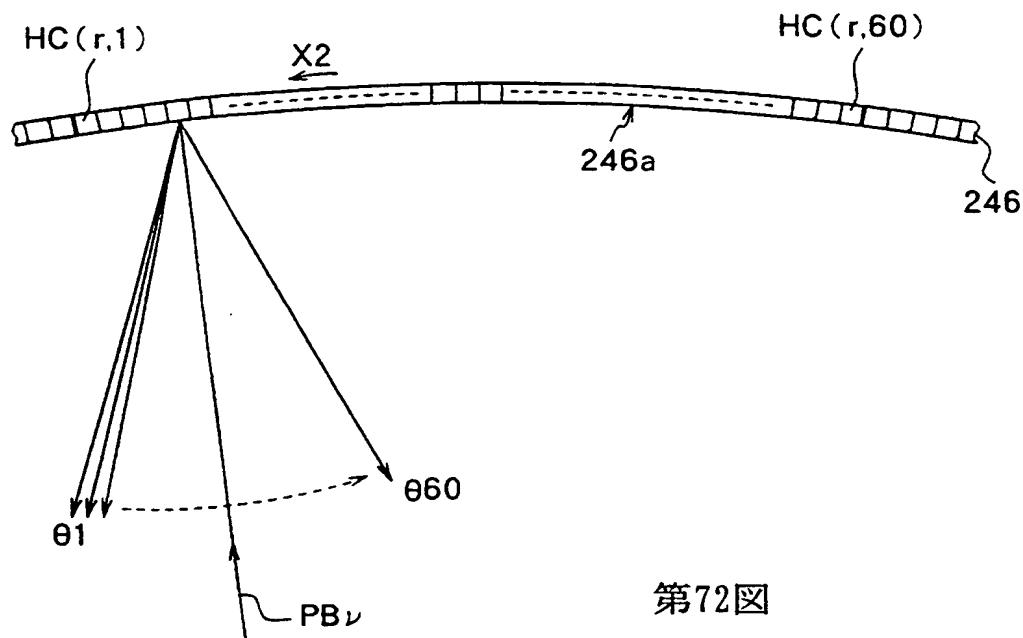
第70図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



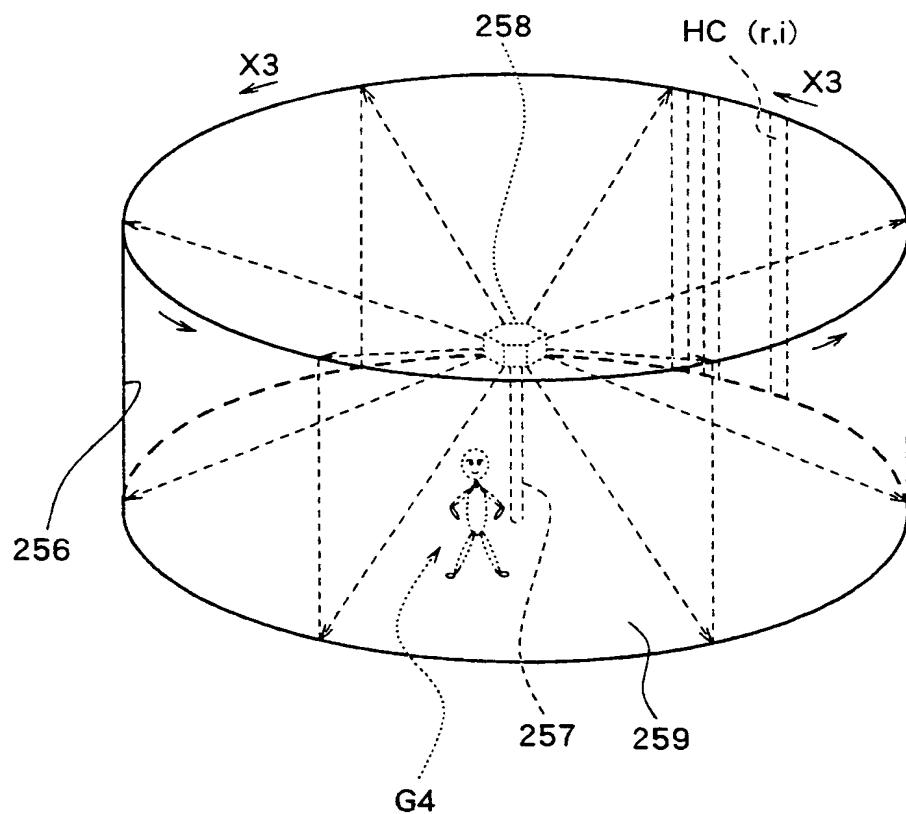
第71図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第72図

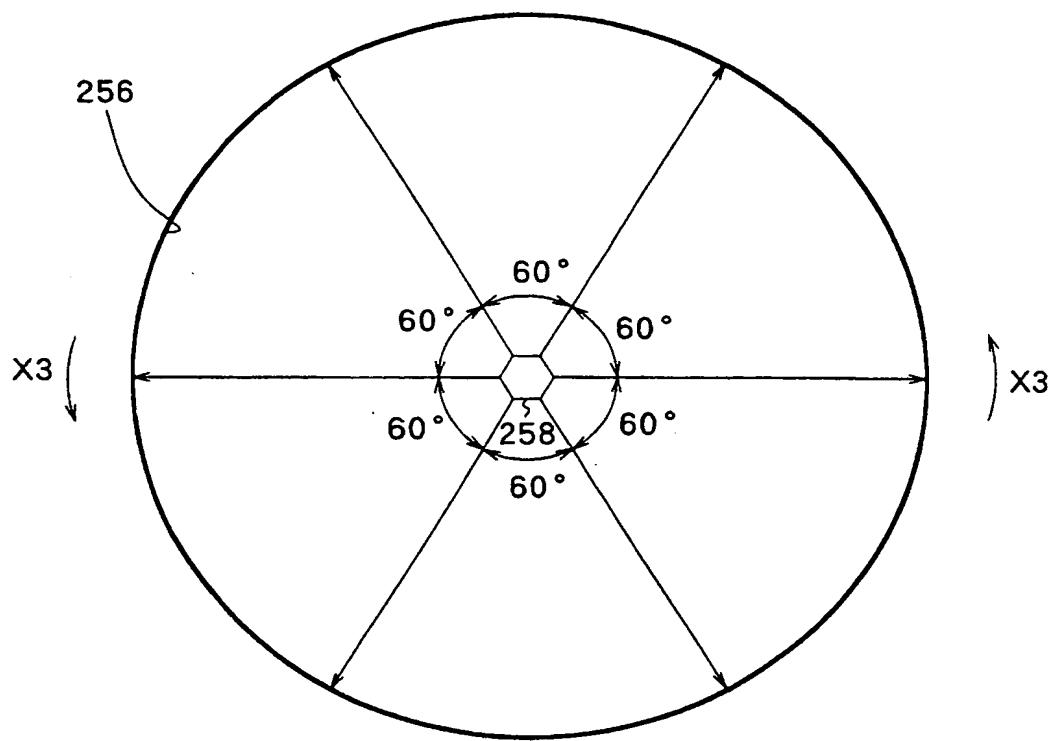
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第73図

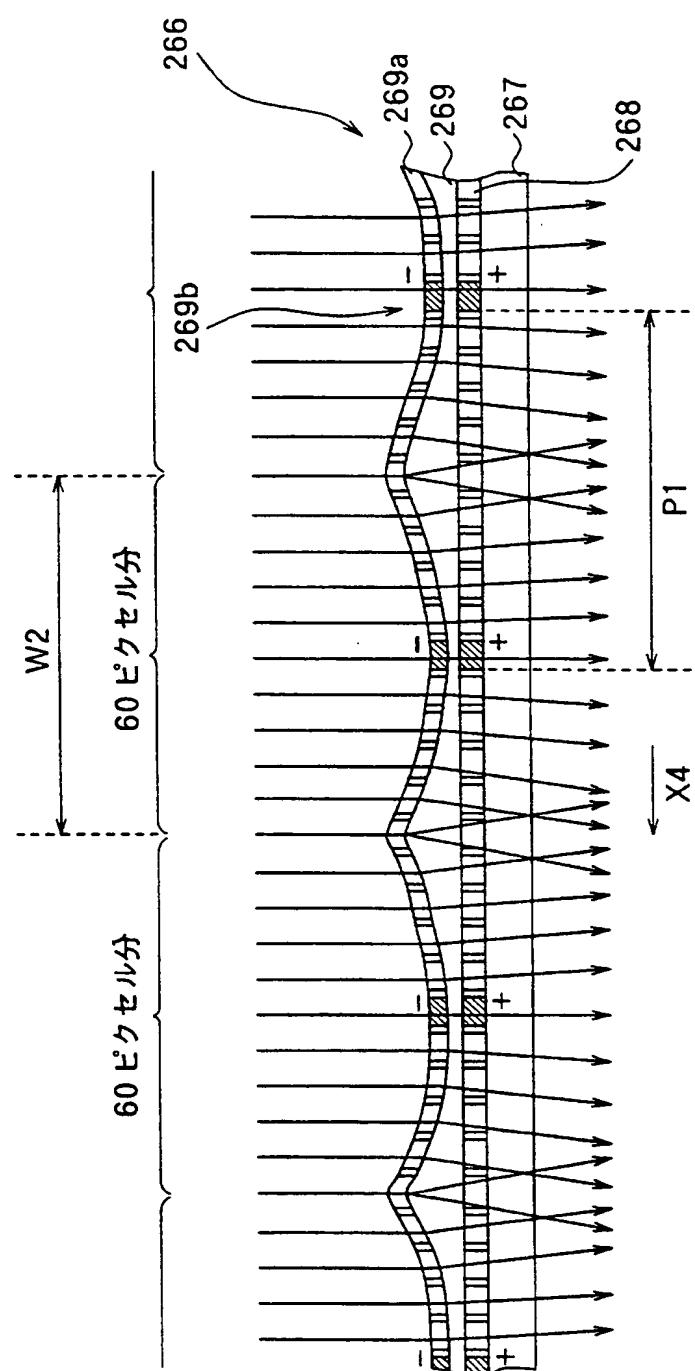
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

60/82



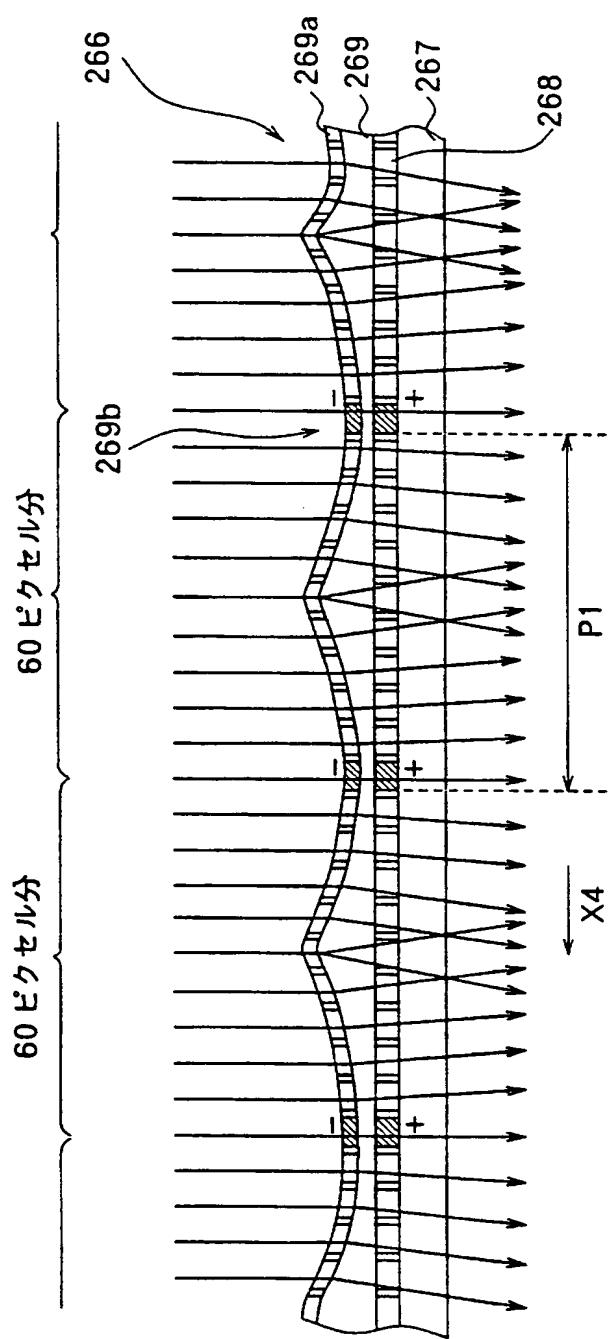
第74図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



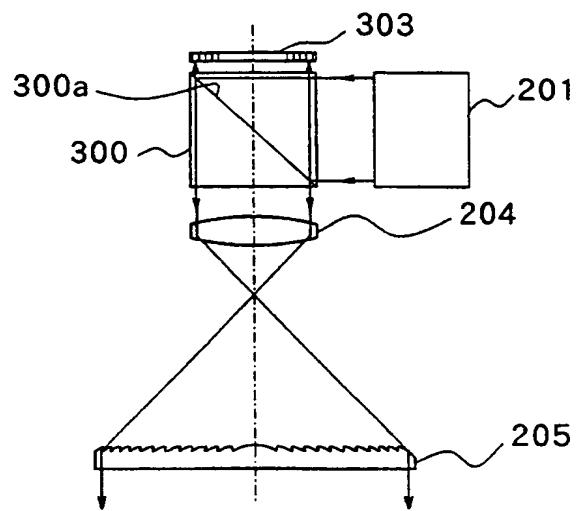
第75図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



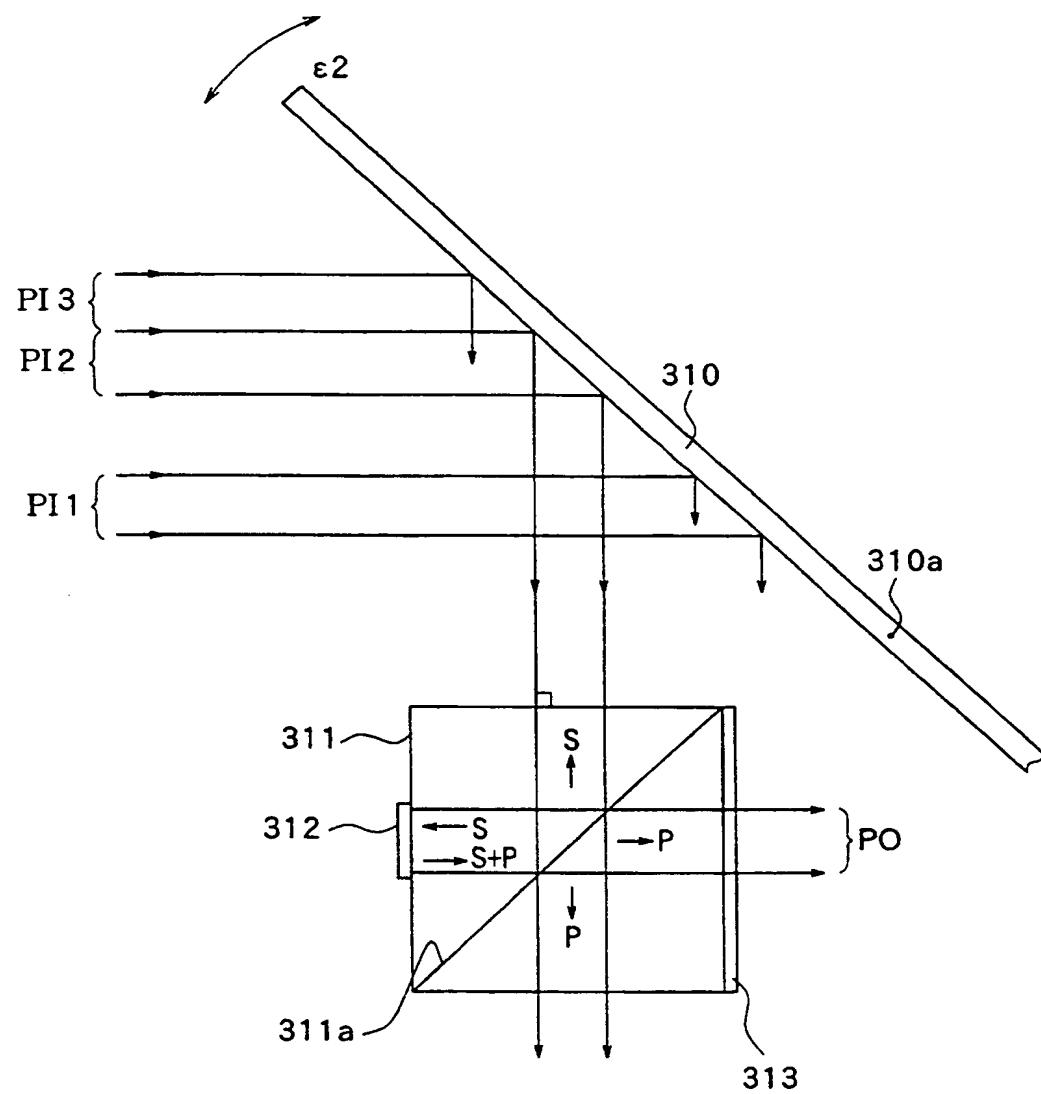
第76図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



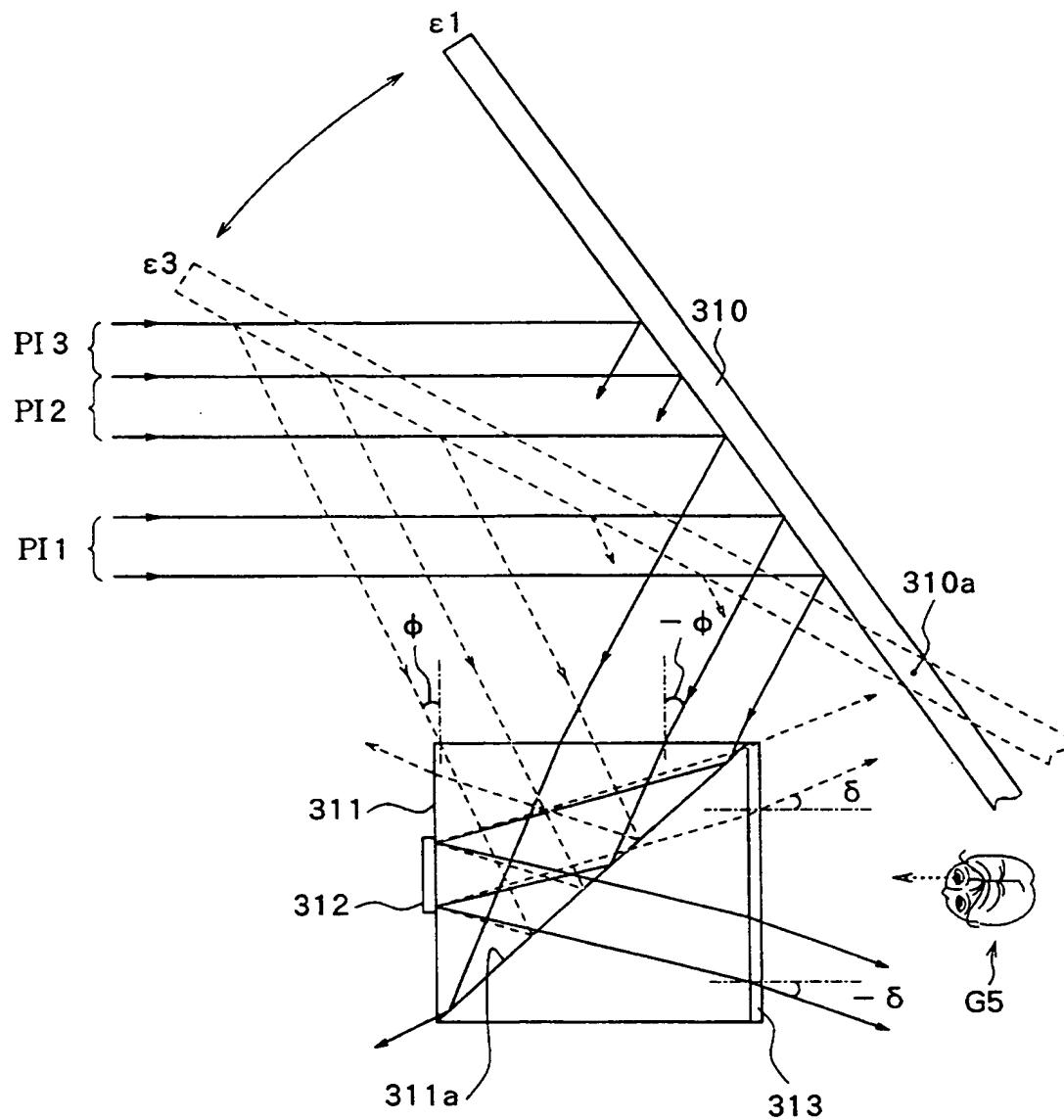
第77図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



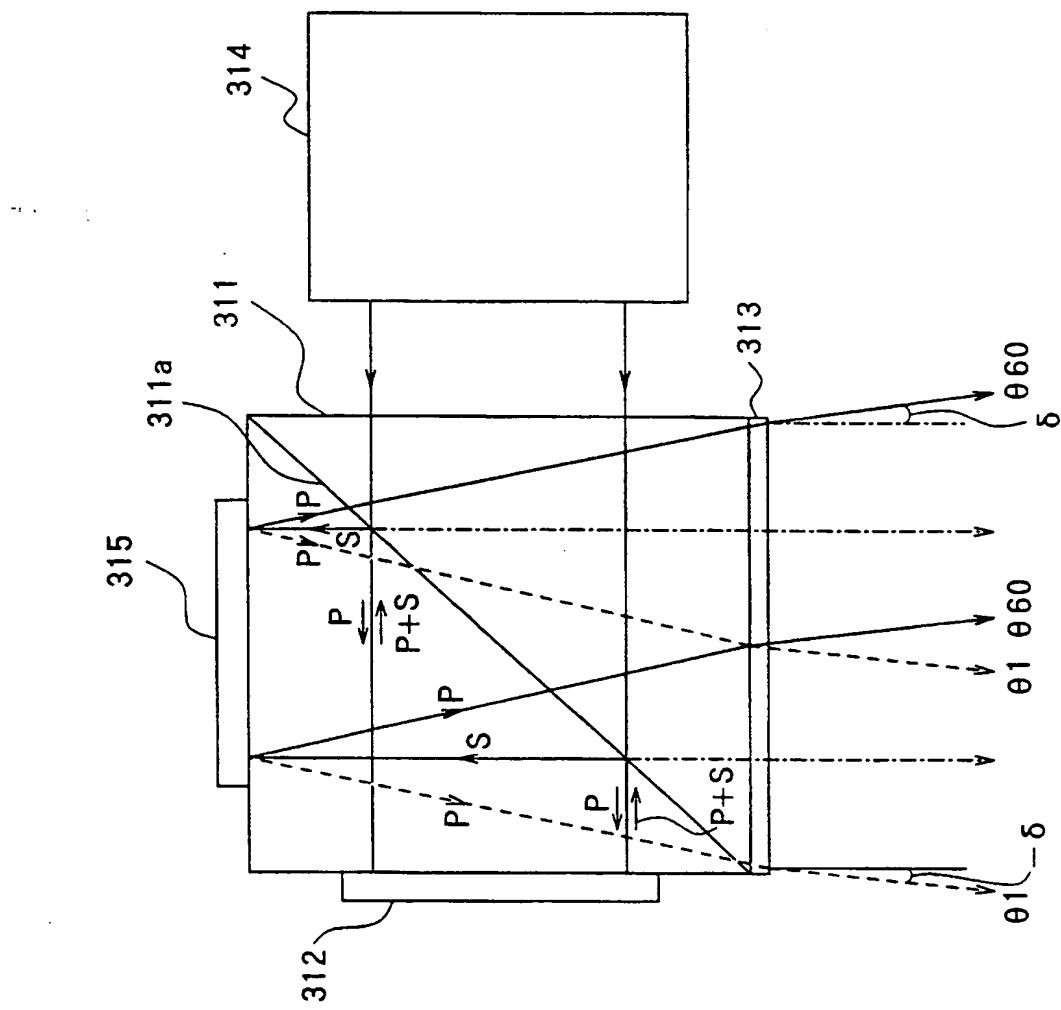
第78図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第79図

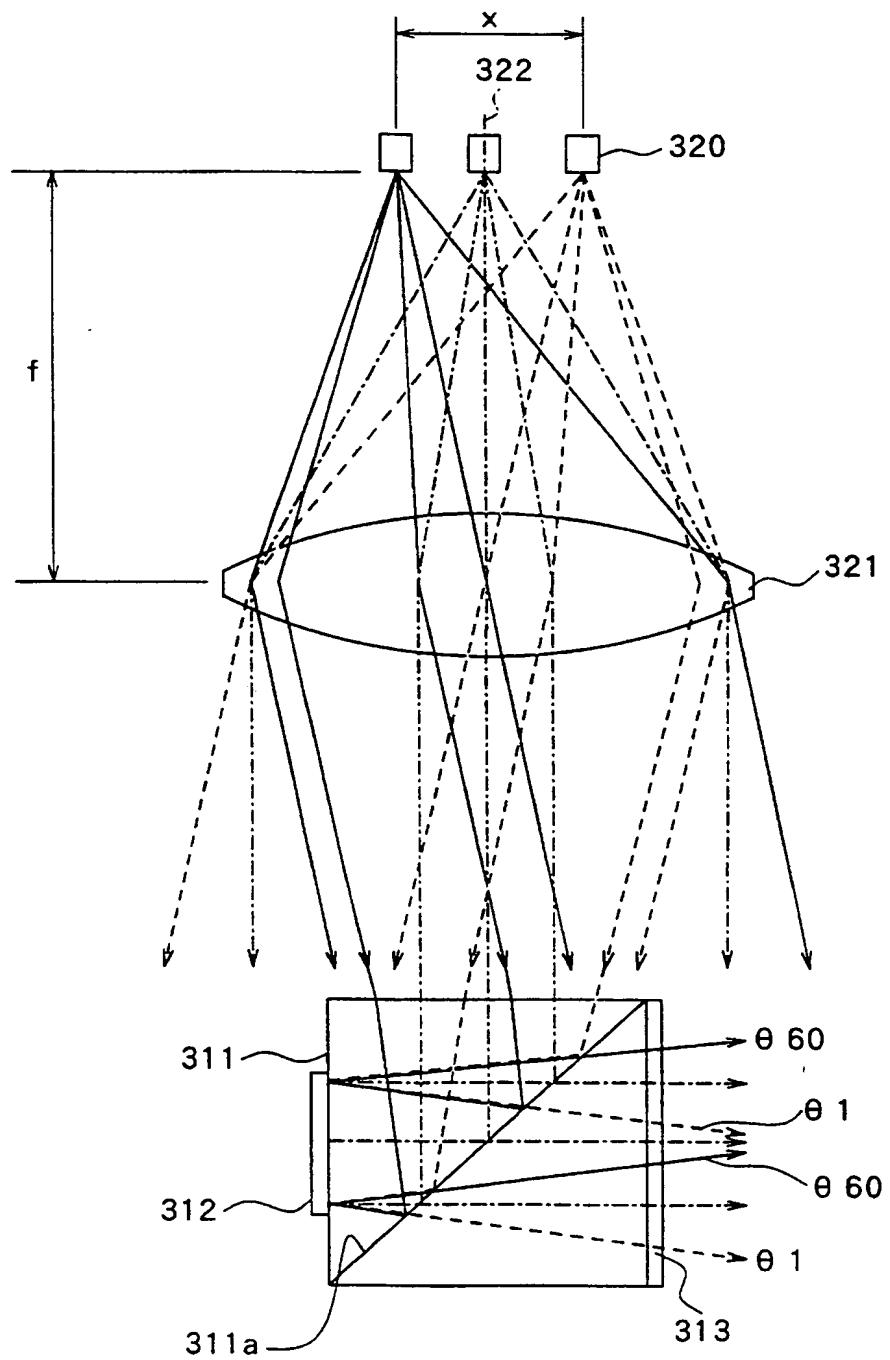
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



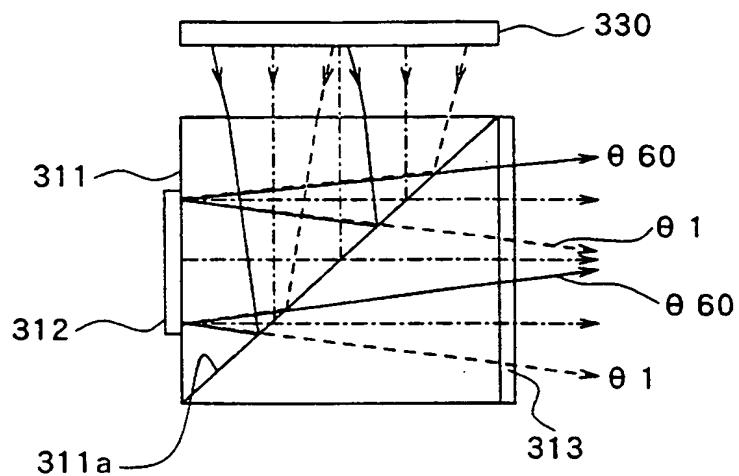
第80図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

第81図

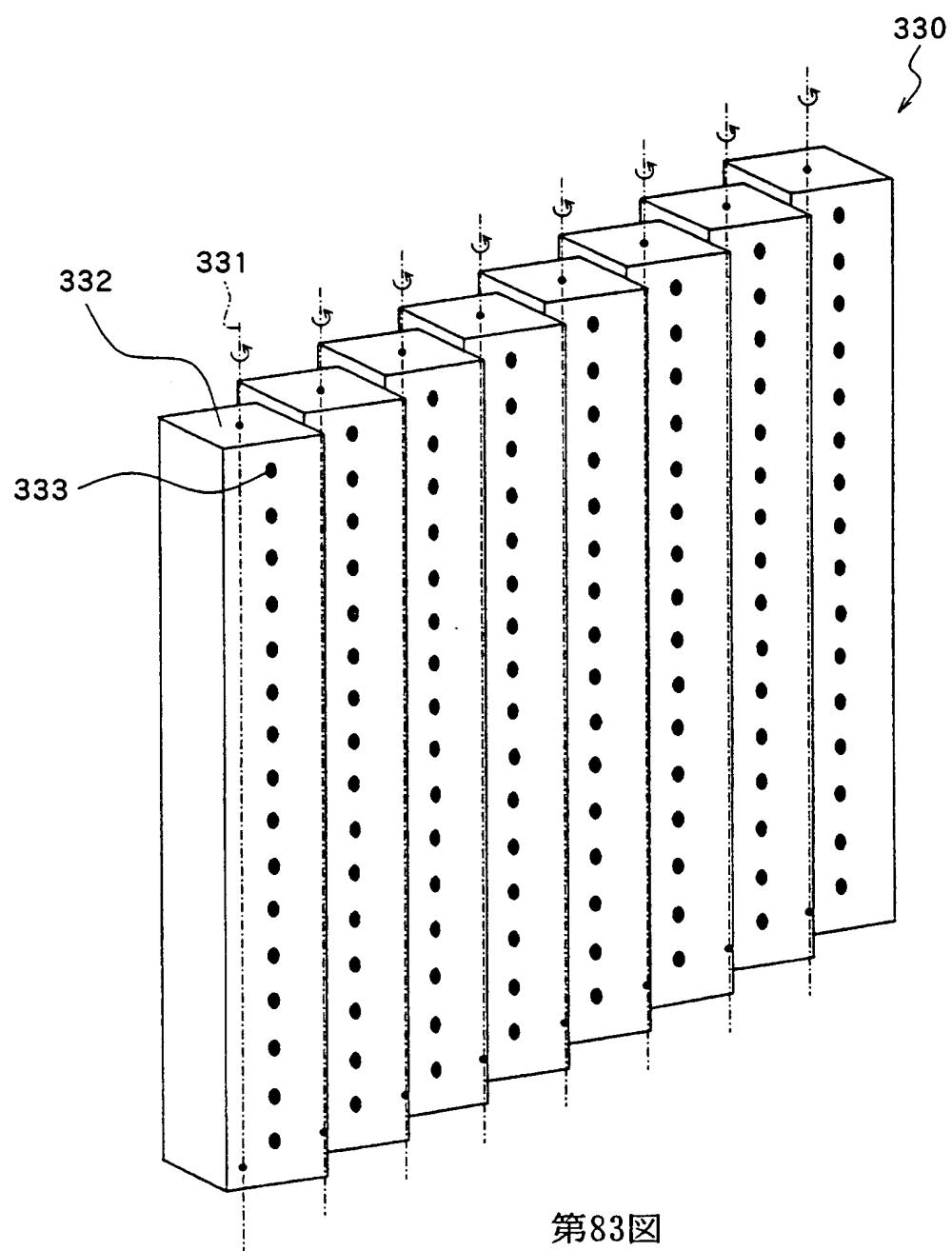


**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



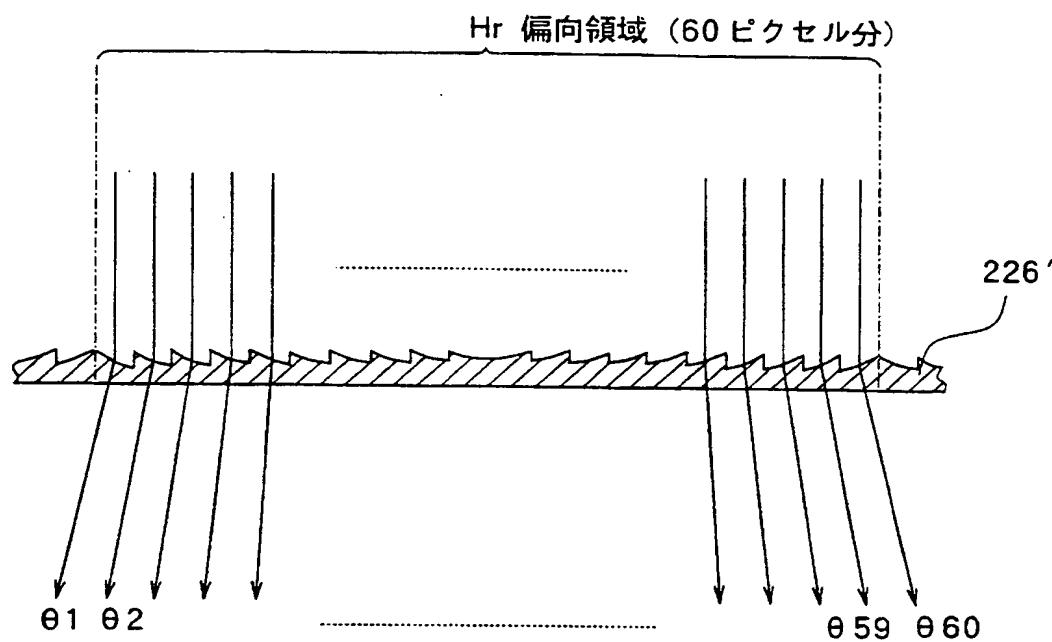
第82図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



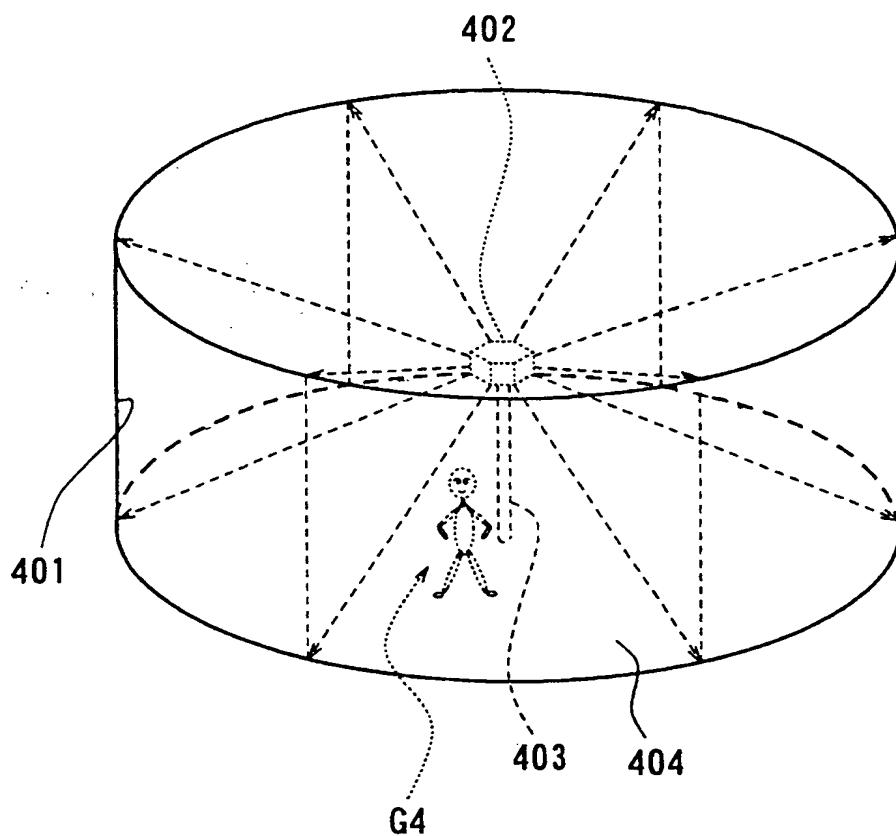
第83図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



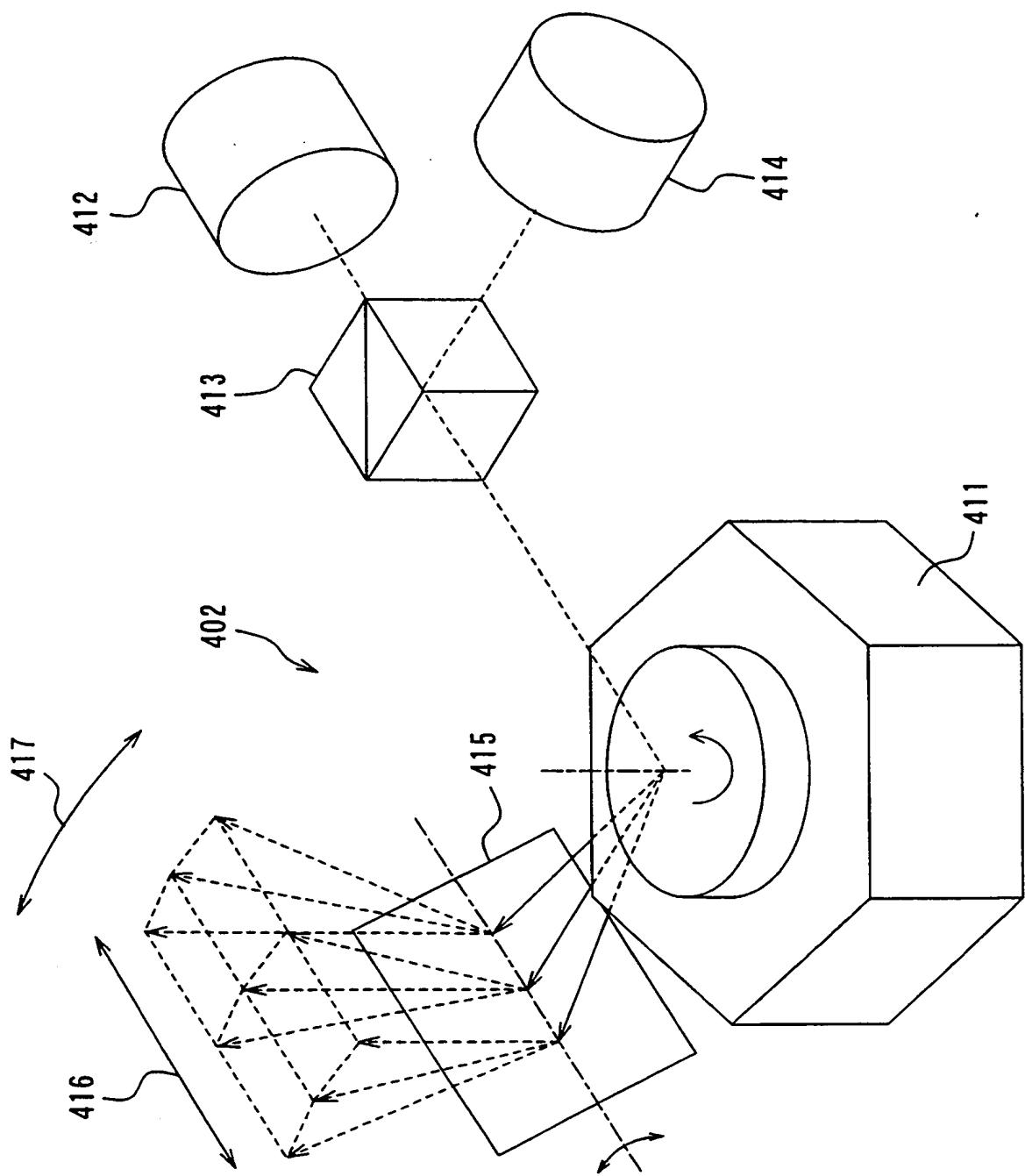
第84図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



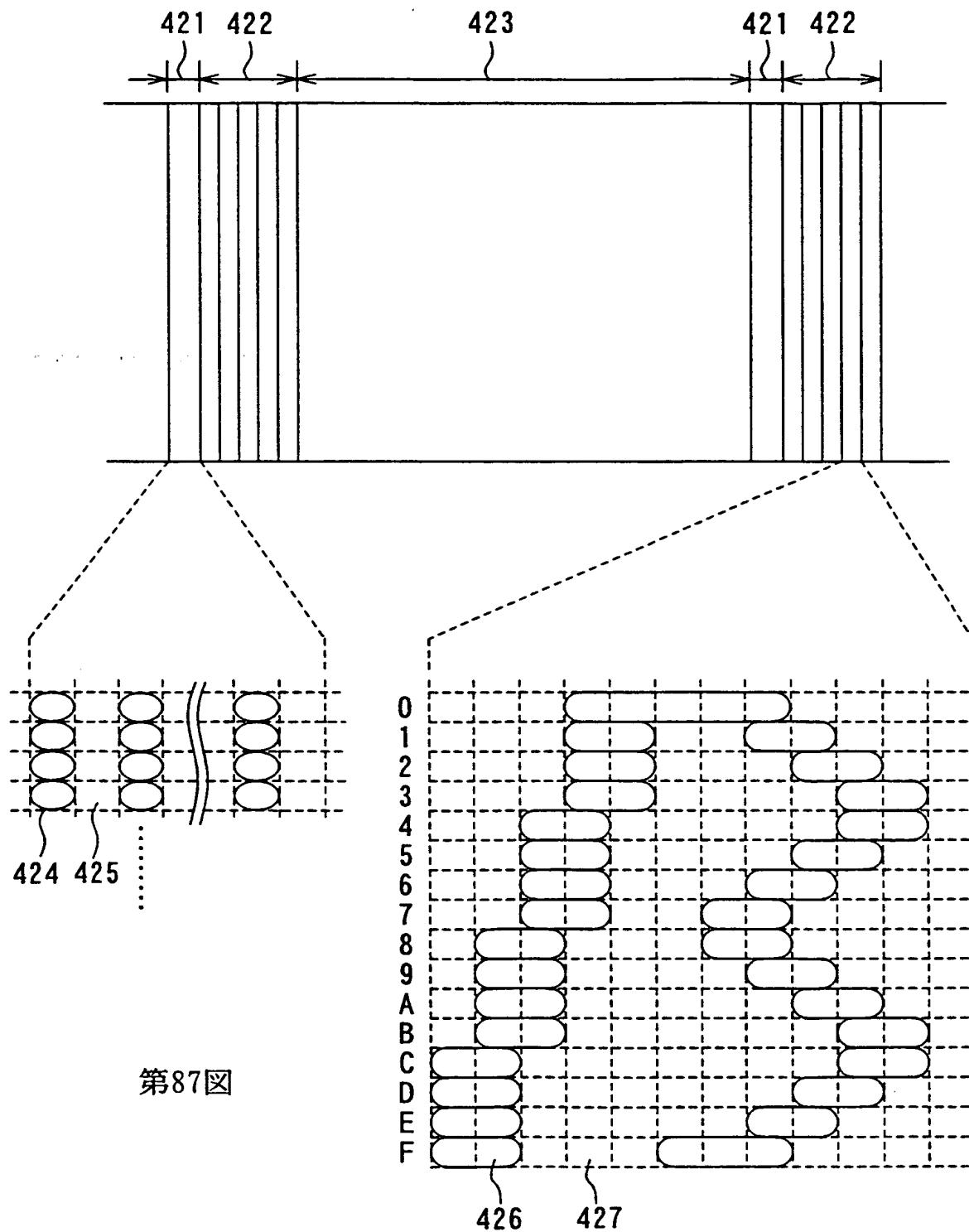
第85図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第86図

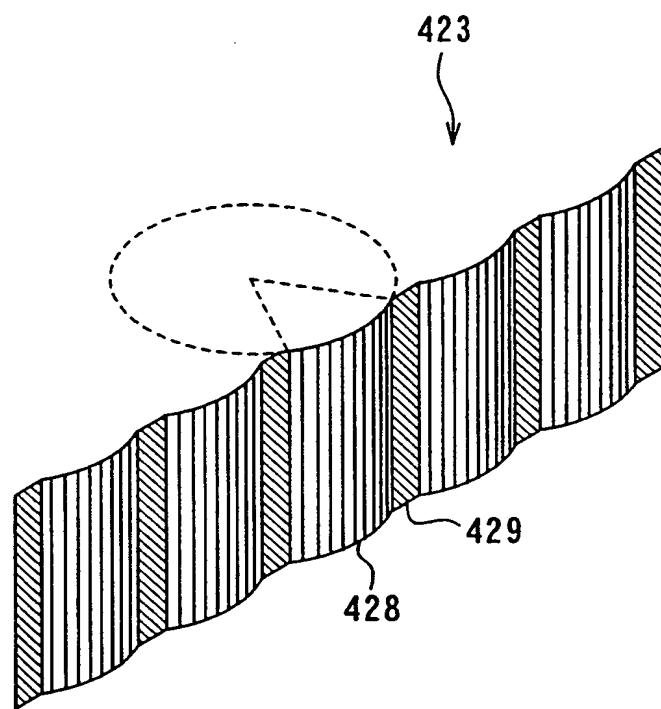
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第87図

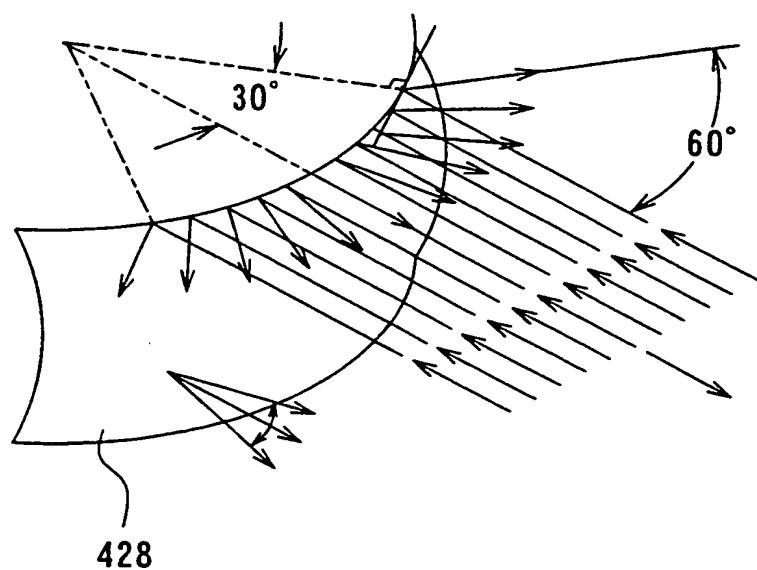
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

74/82



第88図

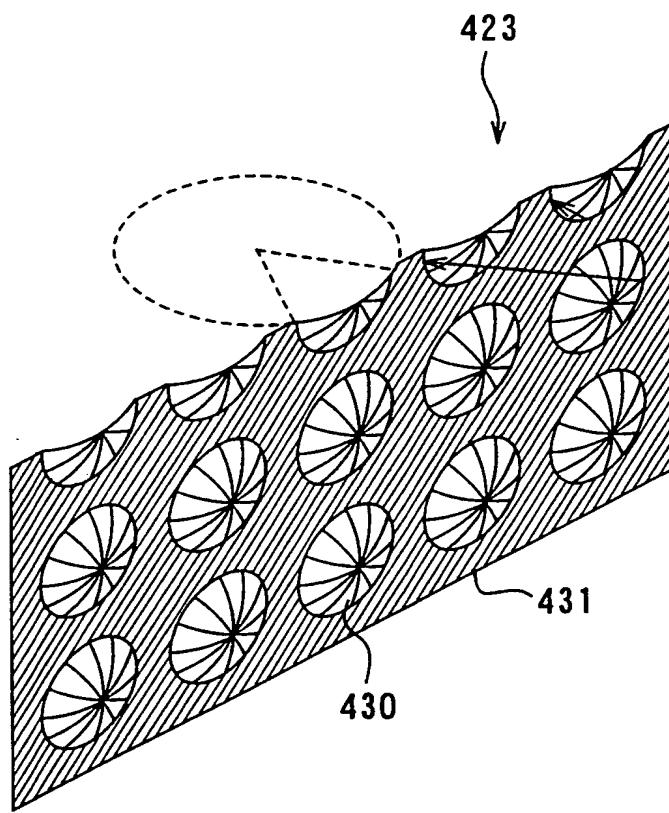
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第89図

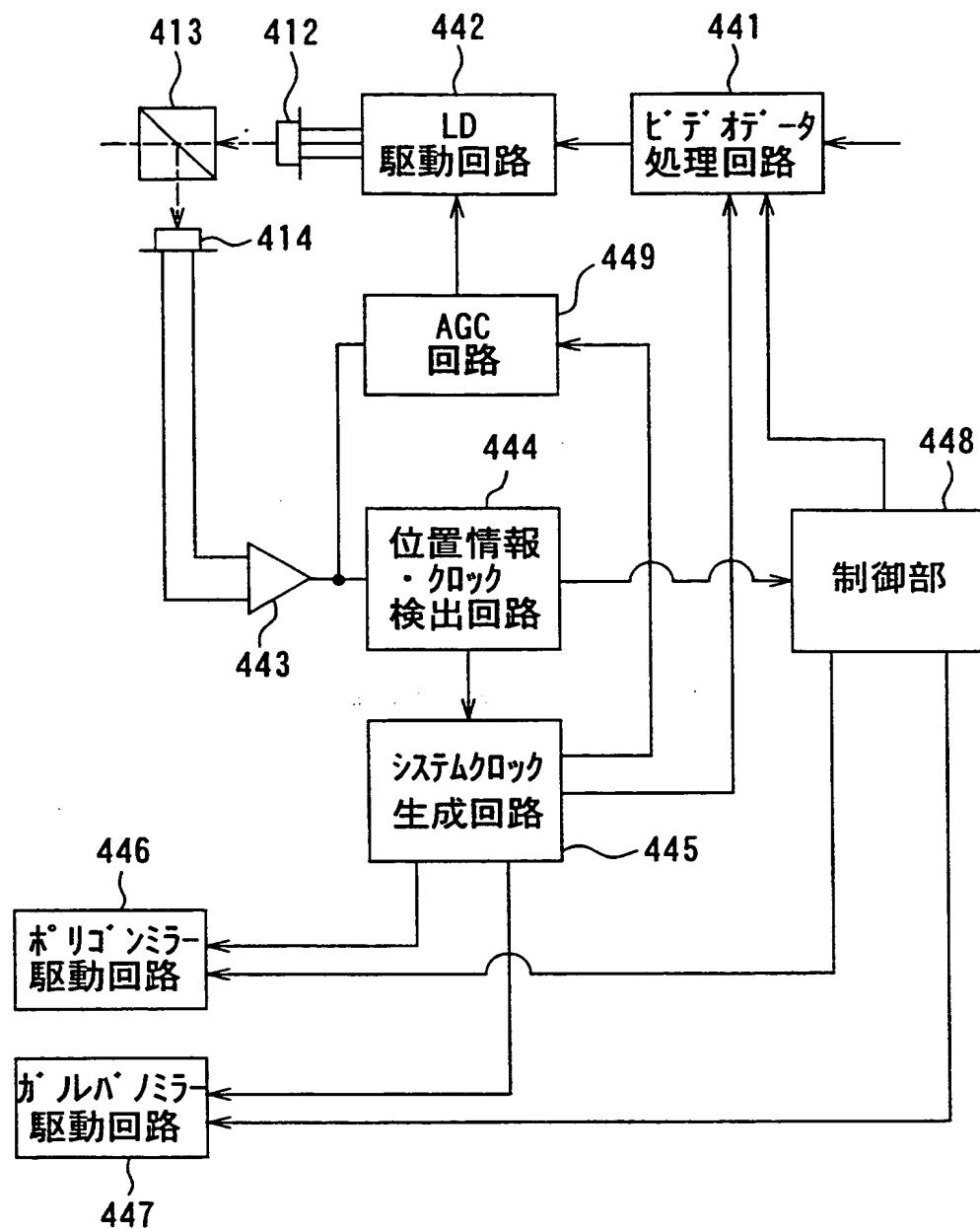
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

76/82



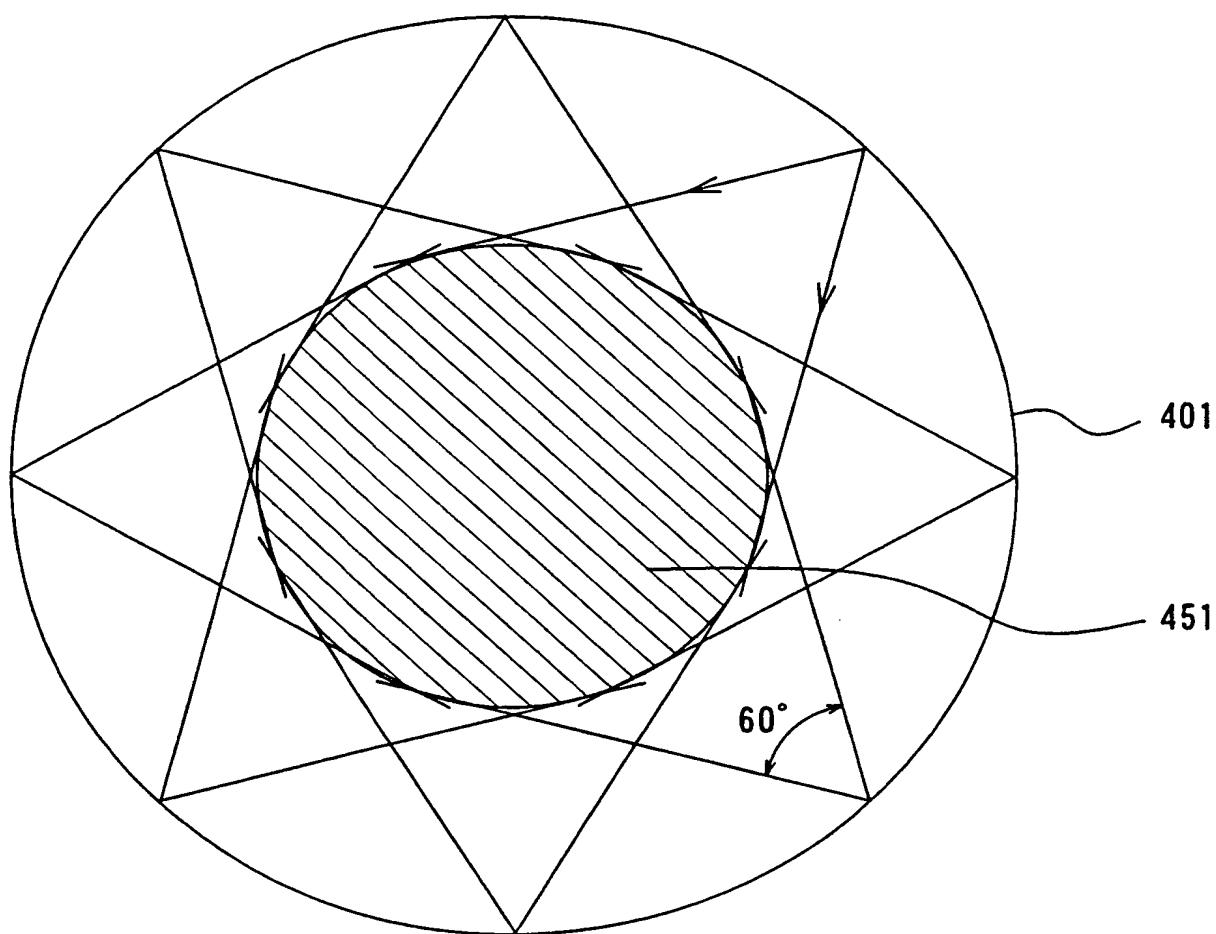
第90図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



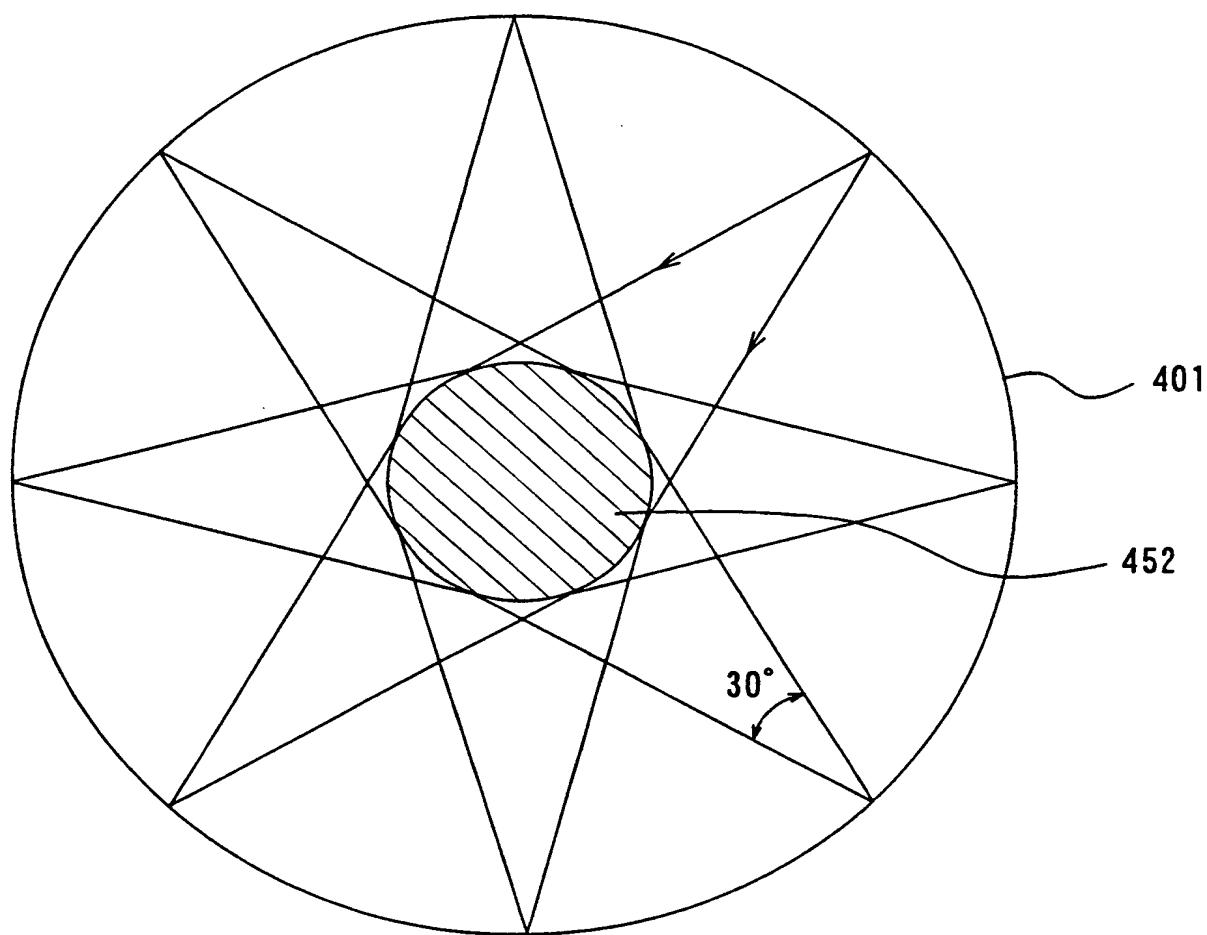
第91図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



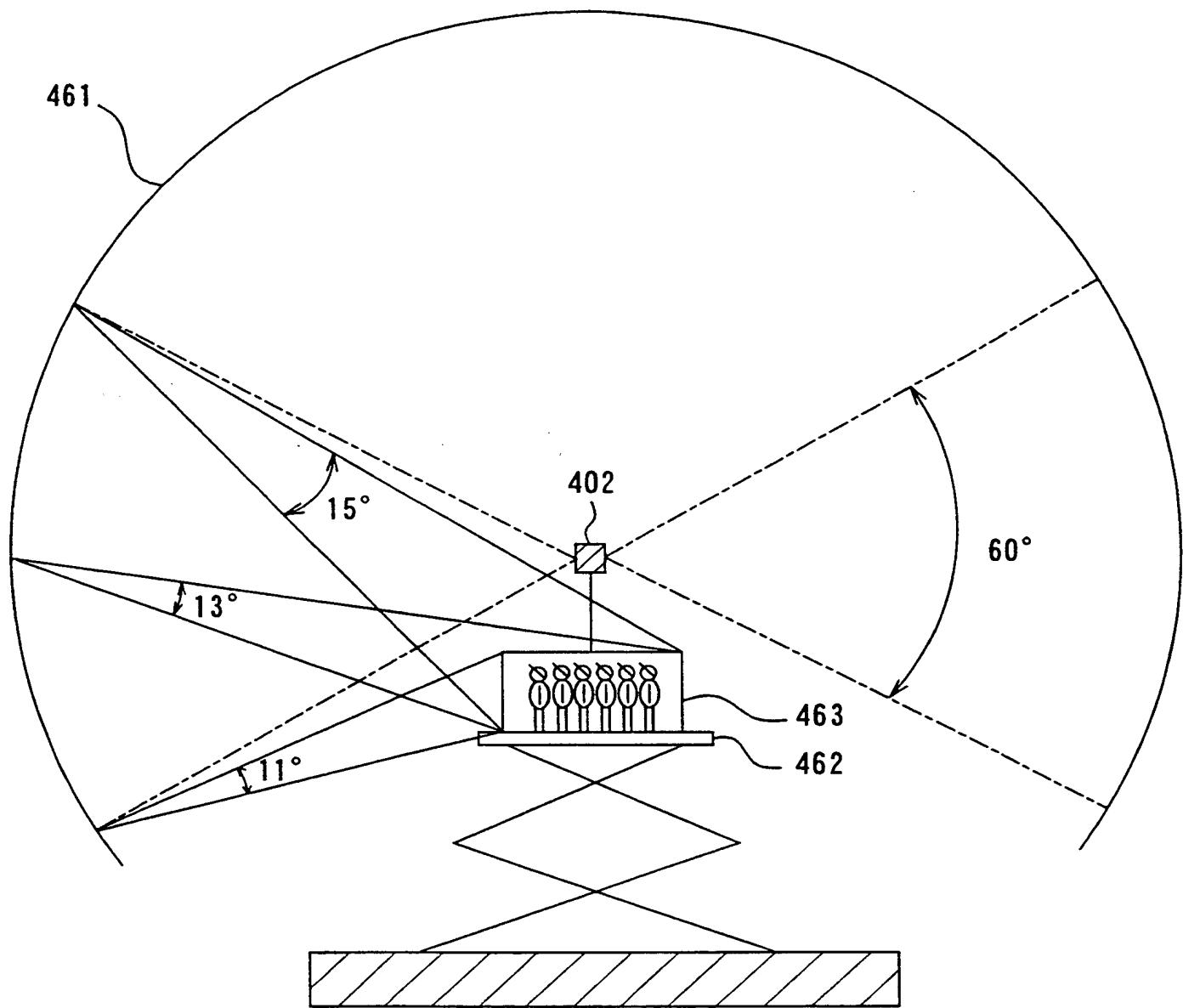
第92図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



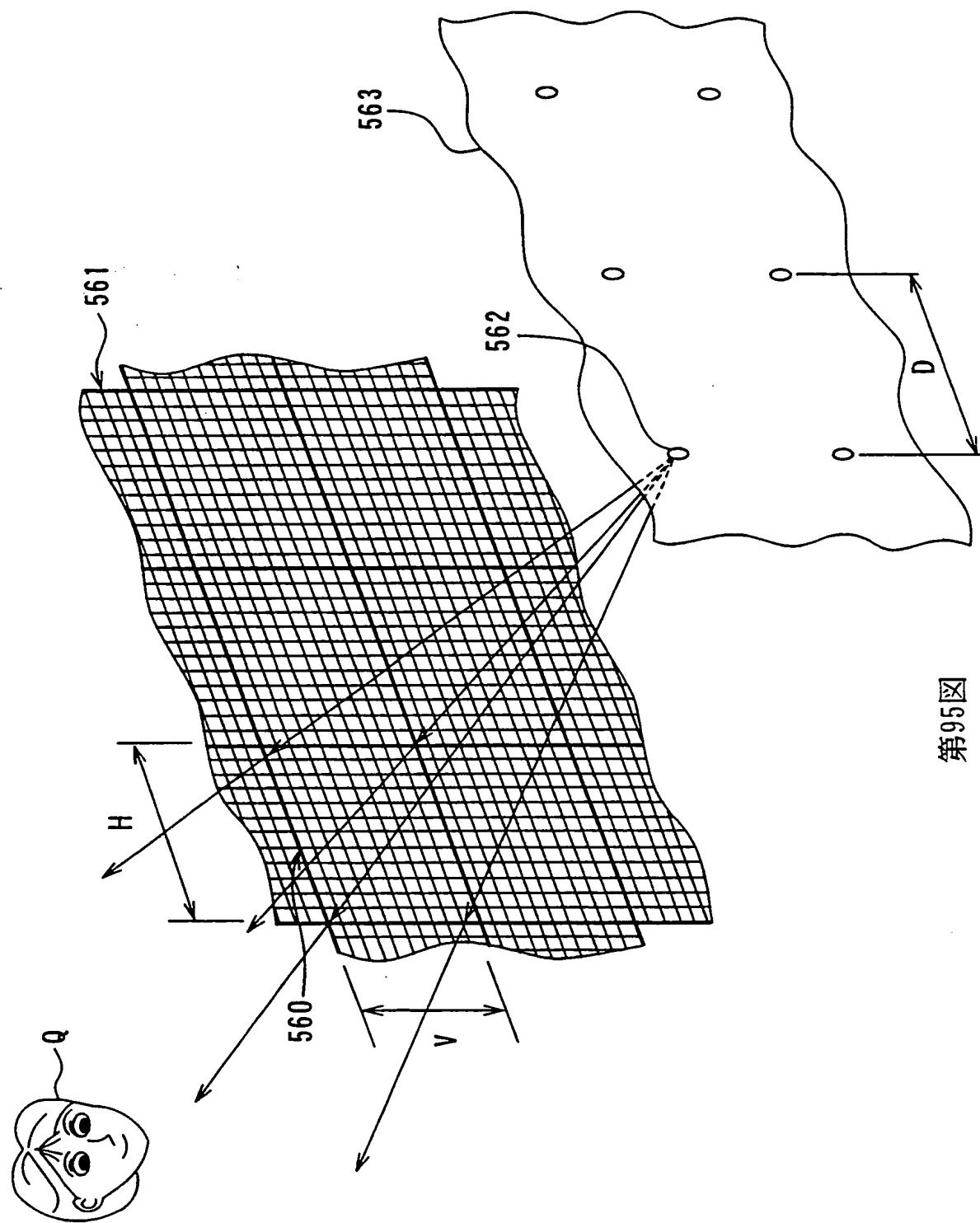
第93図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



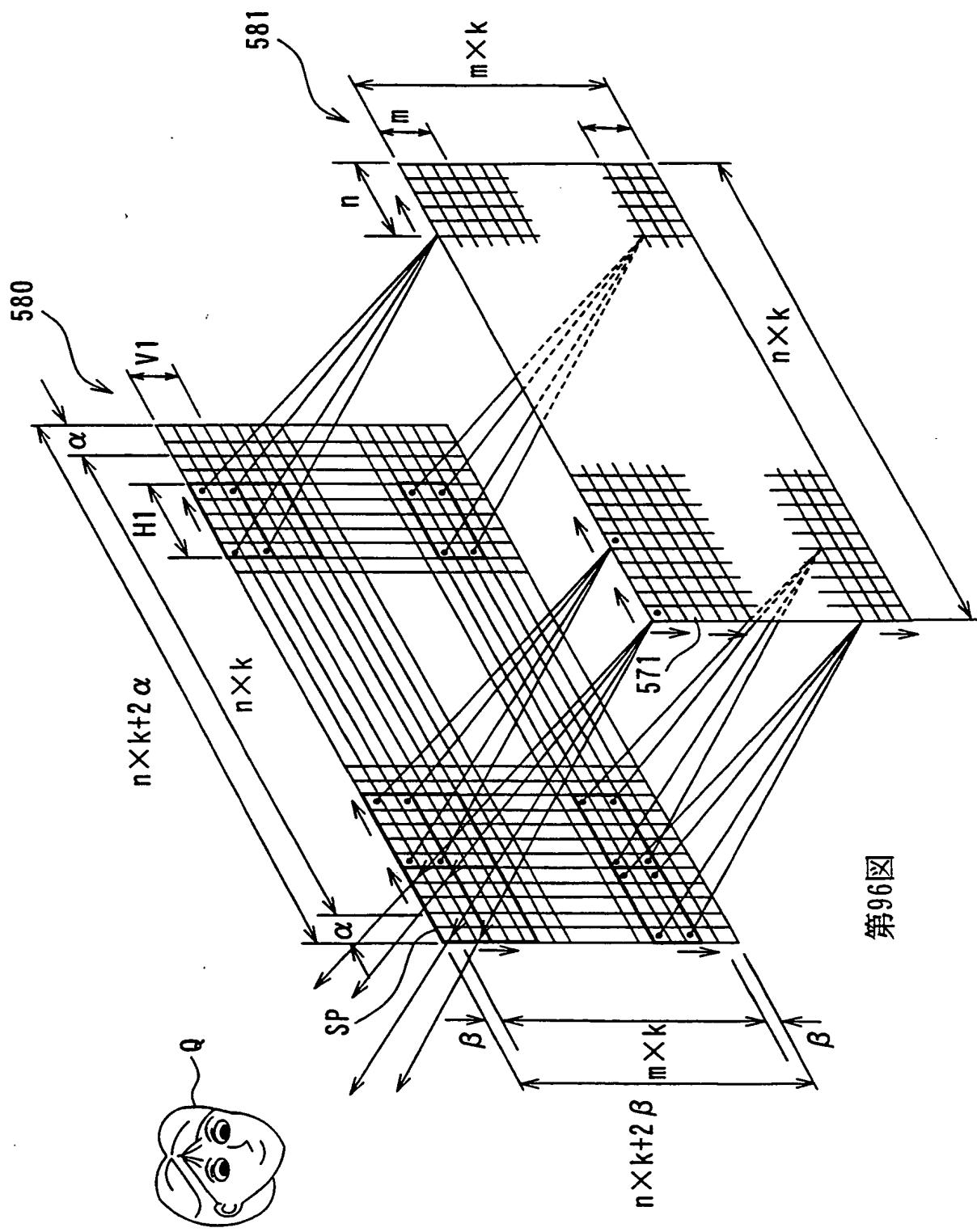
第94図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第95図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



第96図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP99/01475

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>6</sup> G02B27/22, G03B35/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> G02B27/22, G03B35/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 9-54281, A (Komatsu Ltd.), 25 February, 1997 (25. 02. 97),	1-4, 6
Y	Full text ; Figs. 1 to 20 (Family: none)	10, 11
A		5, 7-9 12-15
X	JP, 8-171074, A (Shimadzu Corp.),	1-3
Y	2 July, 1996 (02. 07. 96),	4-11
A	Full text ; Figs. 1 to 5 (Family: none)	12-15
X	JP, 7-318858, A (Sharp Corp.), 8 December, 1995 (08. 12. 95), Full text ; Figs. 1 to 28	1, 16, 36, 39-41, 44
Y	& US, 5519533, A	20-22, 37, 38
A		17-19, 23-35, 42, 43

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

- \* Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
22 June, 1999 (22. 06. 99)

Date of mailing of the international search report  
22 June, 1999 (22. 06. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/01475

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 9-113846, A (Tsushin Hoso Kiko, Citizen Watch Co., Ltd.), 2 May, 1997 (02. 05. 97), Full text ; Figs. 1 to 11 (Family: none)	44
A		40-43
Y	JP, 5-273675, A (Fujitsu Ltd.), 22 October, 1993 (22. 10. 93), Full text ; Figs. 1 to 11 (Family: none)	40, 41
A		42, 43
A	JP, 9-54282, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 February, 1997 (25. 02. 97), Full text ; Figs. 1 to 4 (Family: none)	45-50
A	JP, 8-256359, A (Tsushin Hoso Kiki, NEC Corp.), 1 October, 1996 (01. 10. 96), Full text ; Figs. 1 to 14 & US, 5694235, A	16-39

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/01475

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. G02B27/22, G03B35/18

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. G02B27/22, G03B35/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-1999年
日本国登録実用新案公報	1994-1999年
日本国実用新案登録公報	1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 9-54281, A (株式会社小松製作所) 25. 2月. 1997 (25. 02. 97)	1-4, 6
Y	全文, 第1-20図 (ファミリーなし)	10, 11
A		5, 7-9
X	J P, 8-171074, A (株式会社島津製作所)	12-15
Y	2. 7月. 1996 (02. 07. 96)	1-3
A	全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	4-11
X	J P, 7-318858, A (シャープ株式会社) 8. 12月. 1995 (08. 12. 95)	12-15
	全文, 第1-28図	1, 16,
	& U.S., 5519533, A	36, 39-41, 44

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 22. 06. 99	国際調査報告の発送日 22.06.99
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 瀬川 勝久 2 X 9120 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y		20-22, 37, 38
A		17-19, 23-35, 42, 43
X A	JP, 9-113846, A (通信・放送機構, シチズン時計株式会社) 2. 5月. 1997 (02. 05. 97) 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	44 40-43
Y A	JP, 5-273675, A (富士通株式会社) 22. 10月. 1993 (22. 10. 93) 全文, 第1-11図 (ファミリーなし)	40, 41 42, 43
A	JP, 9-54282, A (松下電器産業株式会社) 25. 2月. 1997 (25. 02. 97) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	45-50
A	JP, 8-256359, A (通信・放送機構, 日本電気株式会社) 1. 10月. 1996 (01. 10. 96) 全文, 第1-14図 &US, 5694235, A	16-39

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**